Band 45 / Heft 3 *Februar 1960*

ONWEALTH INST.
OLOGY LIBRARY
4 APR 1960
Eu. 270..
ATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 38 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Kann sich der Speisebohnenkäfer *Acanthoscelides obtectus* Say als Freilandschädling in Norddeutschland einbürgern? Von G. ZACHARIAE 225

Zur Kenntnis der Obstbaumminiermotte *Lyonetia clerkella* L. unter besonderer Berücksichtigung des Massenwechsels während der Jahre 1951 bis 1953. Von W. BERG, Teil II 268

Contributions to the biology and biochemistry of the cotton leaf-worm, *Prodenia litura* F. *(Noctuidae).* Von H. J. JARCYK and P. HERTLE 304

Über Nahrungspflanzen-Wechsel bei Insekten. Von R. GAUSS 313

Über das Auftreten und die Lebensweise einer bisher unbekannten Blattlausart an der Wehrlosen Trespe *(Bromus inermis* Leyss). Von E. MÜHLE 317

Zur Beeinflussung der Insektenfauna des Waldes durch chemische Großschädlingsbekämpfungen. Von G. ZOEBELEIN 320

PERSONALIEN

Prof. Dr. Dr. ERICH MARTINI zum 80. Geburtstag. Von E. ULMANN 331

Dr. ADOLF HERFS zum 65. Geburtstag. Von I. HAMMANN 333

REFERATE 335

Schriftleitung: Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

Manuskripte: Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 0,30 zu verwenden.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1960 . Printed in Germany by Westholst. Verlagsdr. Boyens & Co., Heide/Holstein

Z. ang. Ent. Bd. 45 (1960) H. 3, S. 225–336

Abonnementspreis dieses Heftes DM 28,80 Einzelpreis DM 31,70

Aus dem Zoologischen Staatsinstitut und Zoologischen Museum Hamburg

Kann sich der Speisebohnenkäfer *Acanthoscelides obtectus* Say als Freilandschädling in Norddeutschland einbürgern? *(Coleoptera : Bruchidae)*

Von GERHARD ZACHARIAE[1]

Mit 16 Abbildungen

I. Einleitung

In einer früheren Arbeit (ZACHARIAE 1958) ist das Verhalten des Speisebohnenkäfers im Freien in Norddeutschland beschrieben worden. Im Anschluß daran soll jetzt versucht werden, sein merkwürdig plötzliches Auftreten während der Kriegs- und Nachkriegsjahre zu erklären. Ein Schädling kann nur da vorkommen, wo die äußeren Umstände und seine Eigenschaften in geeigneter Weise zusammentreffen, damit sein Lebenszyklus geschlossen wird. Diese Faktoren müssen nun für den Speisebohnenkäfer einzeln untersucht werden. Nach den Ergebnissen wird sich auch die Frage beantworten lassen, ob eine Anpassung an hiesige Verhältnisse vorliegt, wie mehrfach angenommen wurde (HASE 1950, 1952 und 1954 und ZACHER 1950a, 1950b und 1955). Eine ausführliche Darstellung dieses Problems enthält die Einleitung zu jener ersten Arbeit; auf eine Wiederholung kann hier verzichtet werden.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und für die vielseitige Unterstützung möchte ich Herrn Prof. Dr. H. WEIDNER ganz besonders danken. Auch meinen verehrten Lehrern, den Herren Prof. Dr. B. KLATT, Prof. Dr. C. KOSSWIG und Prof. Dr. W. MEVIUS, schulde ich großen Dank für die ständige Förderung und die Überlassung von Arbeitsplatz und Versuchsgärten.

II. Material und Methoden

1. Material und Freilandbeobachtungen

Bezüglich der verwendeten Käferstämme und der Freilandversuche wird auf die erste Arbeit über den Speisebohnenkäfer verwiesen (ZACHARIAE 1958). Die dortigen Angaben über Material und Methoden gelten sinngemäß auch für diese Untersuchung.

2. Zuchtversuche

Für die Aufzucht der Käfer unter exakten Bedingungen wurden mit Drahtgaze verschlossene Glastuben verwendet, die mit je 4–5 Bohnensamen und 10 Eiern beschickt wurden. Die

[1] Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg 1957.

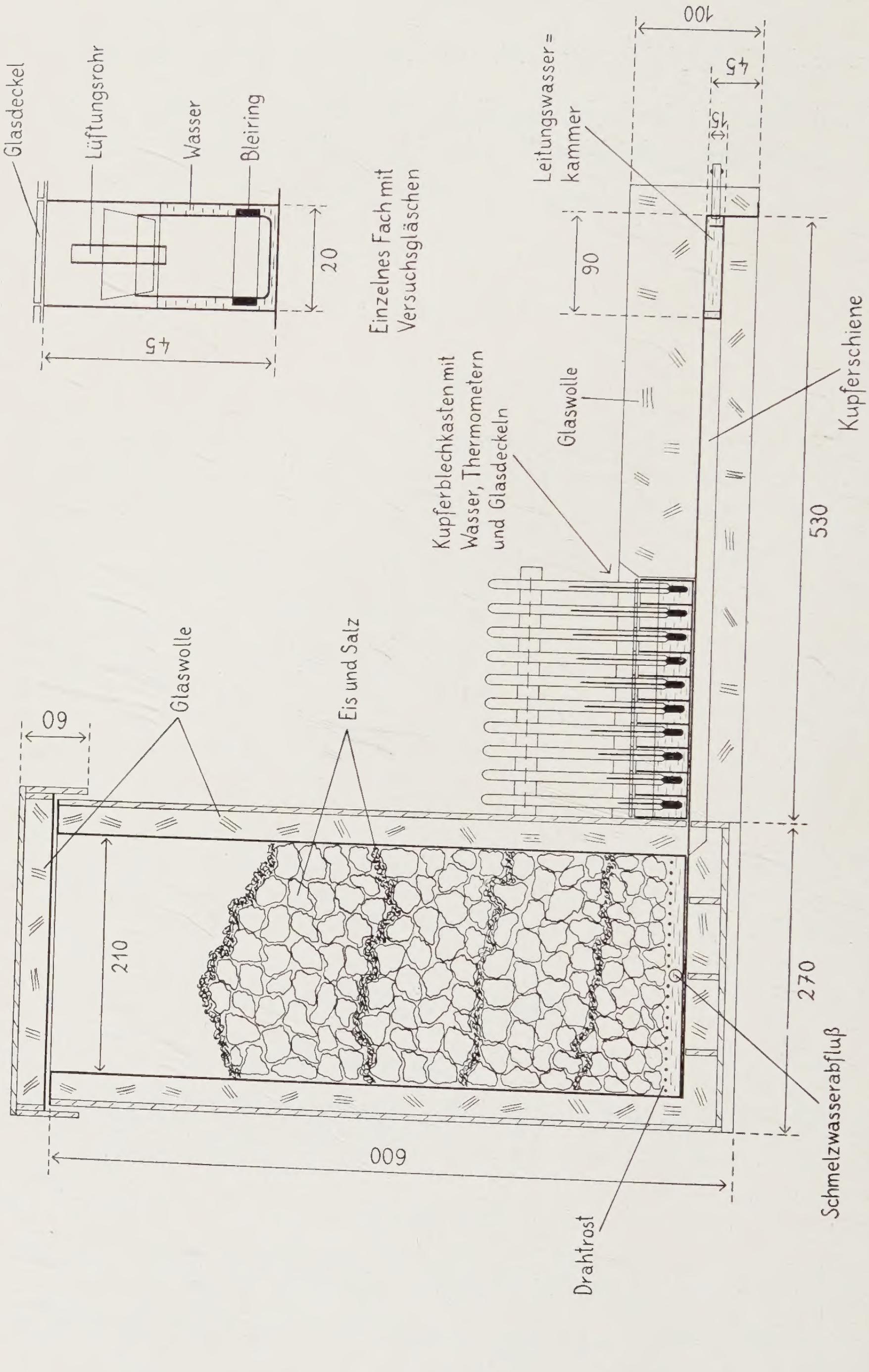


Abb. 1. Kühlschiene mit aufmontiertem Fächerkasten. Seitenriß

Samen mußten auf dem Gefäßboden senkrecht und gedrängt stehen, damit die Befallswahrscheinlichkeit für alle gleich war. Wenn die Samen ungeordnet liegen, befallen mitunter sämtliche Larven einen zuunterst liegenden Kern; das führt zu Hungerformen und zu entsprechend falschen Ergebnissen. Je 10 solcher Gläschen kamen, auf einem Drahtgestell vereint, in ein großes Weckglas. In diesem befand sich eine Schale mit verdünnter Schwefelsäure zur Einstellung der Luftfeuchte nach Solomon (1951). Zuchttemperaturen über 20⁰ wurden in Thermostaten eingestellt. Bei tieferen Temperaturen standen die Gläser in Kellerräumen des Instituts, wo lange Zeit die gleichen Bedingungen herrschten; das wurde mit einem Maximum - Minimum - Thermometer kontrolliert.

Die Gewinnung der vielen Eier für solche Versuche kann man sich folgendermaßen erleichtern. Ein großer, beiderseits offener Glaszylinder bekommt einen Boden aus feiner Drahtgaze. Oben wird er mit einem Tuch zugebunden. In dies Gefäß kommen zahlreiche frisch geschlüpfte Käfer hinein. Dann wird es auf eine Schale mit Bohnen gestellt. Die Käfer legen nun ihre Eier durch die Drahtmaschen hindurch an die Bohnen, von denen man sie leicht absammeln kann. So braucht man die Käfer nicht jedesmal in ein neues Gefäß zu bringen und erhält stets frische Eier.

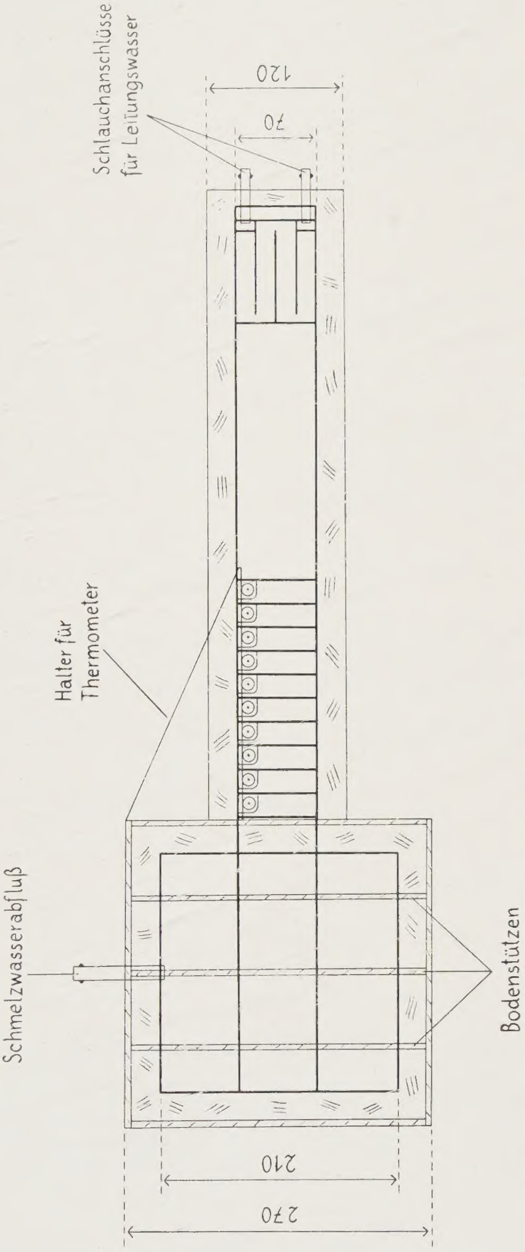


Abb. 2. Kühlschiene mit aufmontiertem Fächerkasten. Grundriß

3. Dichtebestimmung bei Bohnensamen

Für die Dichtebestimmung wurden in jedes Zuchtgefäß zwei besondere Gläschen mit je 10 unbeschädigten Samen gelegt. Die letzteren wurden am Ende des Versuchs mit einem Wägeglas gewogen. Dann wurden sie in ein Pyknometer mit Wasser gebracht, durch Schütteln oder mit einem Pinsel von Luftblasen befreit und erneut mit dem Pyknometer gewogen. Aus den

gefundenen Werten und der vorher mit dem gleichen Pyknometer bei dessen Eichtemperatur bestimmten Wasserdichte läßt sich die Dichte der Samen berechnen. Die verwendeten Werte sind stets Mittel aus mindestens zwei Messungen.

Nach Versuchen mit zahlreichen anderen Verdrängungsflüssigkeiten wie Ölen, Alkoholen und Quecksilber, erwies sich Wasser als die beste, obwohl die Samenschale darin sehr bald zu quellen beginnt. Wenn es gelingt, das Einfüllen und Wägen in etwa 30 Sekunden durchzuführen, tritt noch kein Fehler ein.

Alle Versuche wurden mit weißen Kernbohnen aus jugoslawischen Importen durchgeführt. Bei den einzelnen Sorten sind die Dicke der Samenschale, die Quellfähigkeit und die Lebensmöglichkeit für die Käfer recht verschieden, was beim Vergleich der Ergebnisse von mehreren Autoren berücksichtigt werden muß.

4. Fütterungsversuche

Bei den Versuchen über die Lebensdauer der Imagines wurden die Tiere in Gläsern gehalten, die mit Baumwollmull zugebunden waren. Dieser wurde über die Hälfte der Glasöffnung regelmäßig mit der Nahrungsflüssigkeit bestrichen, während die andere Hälfte zur Lüftung frei blieb. So konnten die Käfer an dem Mull hängend Nahrung aufnehmen, ohne daß die Gefahr des Verklebens bestand. Herabgefallene Tropfen saugte eine dünne Schicht reiner Sand auf; wo die abgelegten Eier gezählt werden mußten, wurde statt Sand Filtrierpapier hineingegeben. Die Temperatur betrug 24°, die Luftfeuchte in den Gläsern 70–80 %. Zur Messung der letzteren wurden die Gläser in zunehmend kälteres Wasser getaucht, bis an den Wänden Kondensation eintrat. Aus Anfangstemperatur und Taupunktdifferenz läßt sich die Feuchtigkeit bestimmen.

5. Versuche mit der Kühlschiene

Um die unteren Temperaturgrenzen bei verschiedenen Lebensfunktionen festzustellen, wurde eine Apparatur benutzt, deren Konstruktion und Maße aus den Abb. 1 und 2 zu ersehen sind. Ihr wesentlicher Teil war eine Schiene aus starkem Kupferblech, deren beide Enden auf konstanten, aber verschiedenen Temperaturen gehalten wurden. Dadurch entstand das erforderliche Temperaturgefälle in der Schiene.

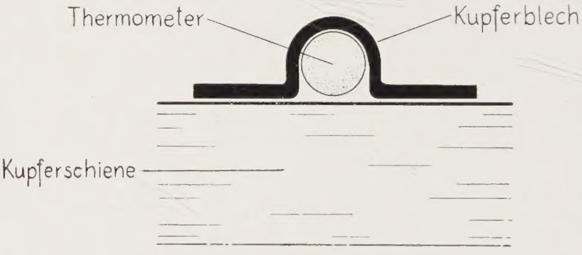


Abb. 3. Temperaturmessung auf der Kupferschiene

Unter dem einen Ende der Schiene befand sich eine von Leitungswasser durchflossene Kammer. Vor den Anschlußrohren verhinderten Querwände mit einem schmalen Schlitz im Oberteil, daß größere Luftblasen den Kontakt des Wassers mit der Kupferschiene störten. Das andere Ende der Schiene war mit dem Boden eines Blechkastens verlötet, der mit Eisstücken oder mit Eis-Salz-Gemisch gefüllt wurde. Das Schmelzwasser konnte durch ein Rohr im Boden abfließen. Der ganze Kasten wie auch die Kupferschiene mit den aufgesetzten Wasserkammern oder Objektträgern war mit einem dicken Glaswollemantel isoliert.

Bei sorgfältiger Wartung gelang es, Schmelzwassertemperaturen bis –10° konstant zu halten. Durch Regulieren des Abflusses mit dem Quetschhahn und zusätzliches Einstreuen von Salz konnten Schwankungen ausgeglichen werden.

Zur Untersuchung der Fortpflanzungstätigkeiten wurde auf die Schiene ein Blechkasten mit zehn wassergefüllten Fächern montiert. In die Fächer wurden je drei kleine Gläser mit den Käfern gestellt. Die Gläschen waren mit einem Bleiring beschwert und zur Lüftung mit einem Röhrchen im Stopfen versehen. So wurde erreicht, daß die Glaswand und die Luft im Innern die gleiche Temperatur hatten, welche das in das Wasser des betreffenden Faches getauchte Thermometer anzeigte. Als Deckel dienten Glasplatten, durch welche auch das Tageslicht eindringen konnte. Die Luftfeuchte in den Gläsern betrug 70–80 %; sie wurde

nicht gemessen, sondern geschätzt nach der Dichte der Bohnen darin. Die Beziehung zwischen Dichte der Kerne und der Luftfeuchtigkeit war in anderem Zusammenhang genau untersucht worden. Die angegebene Feuchtigkeit erscheint sehr niedrig, wo doch die Luft in den Gläschen mit der über dem Wasser befindlichen in Verbindung stand. Das kommt daher, weil die Kupferwände der Fächer die Wärme besser leiteten als das Wasser und darum kälter waren als dessen Oberfläche. Die kälteste Grenzfläche bestimmt aber den Dampfdruck in einem abgeschlossenen Raum.

Bei den Versuchen über das Verhalten der Larven wurden die Käfer in dünnen, zwischen Objektträgern eingeschlossenen Scheiben gezüchtet. Solche Zuchtpräparate werden an verschiedenen Stellen auf die Schiene gelegt. An gleichen bzw. benachbarten Stellen wurden während des Versuchs und hinterher die Temperaturen gemessen. Die Thermometer waren dabei mit einem entsprechend gebogenen Stück Kupferblech bedeckt (Abb. 3). Auch hierbei war die ganze Anlage allseitig mit Glaswolle isoliert.

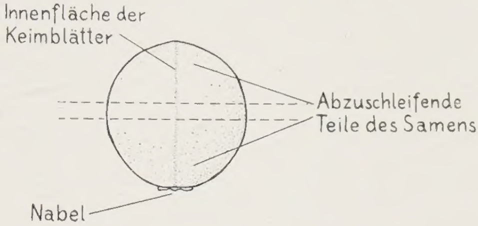


Abb. 4. Herstellung einer Samenscheibe

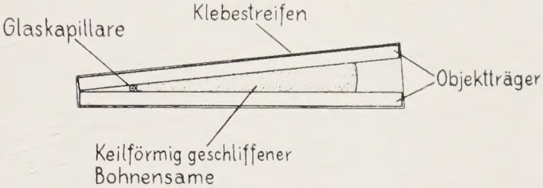


Abb. 5. Samenscheibe zwischen Objektträgern

Wenn die Bohnen zwei Wochen lang bei 80 % Relativer Feuchtigkeit aufbewahrt wurden, kann man sie auf feinstem Silizium-Karbid-Papier bis zu Scheiben von 0,5 mm Dicke abschleifen, ohne daß der zugehörige Schalenring zerspringt. Am besten läßt man ein Mittelstück nach, welches in der Längsrichtung der Keimblätter und quer zu deren Innenfläche verläuft (Abb. 4). Die Dicke der Scheiben richtet sich nach dem Stadium, das beobachtet werden soll. Man kann die Entwicklung der Käfer auch von Anfang bis Ende verfolgen, wenn man die Bohnen keilförmig zuschleift (Abb. 5). Damit die Larven den zum Einbohren nötigen Widerstand finden, wird eine Glaskapillare so mit eingeschlossen, daß sie die Samenschale berührt (Abb. 5).

6. Temperaturorgeln

Bei der Nachprüfung der Vorzugstemperatur wurden verschiedene Versuchsanordnungen benutzt. Dadurch sollten die apparaturbedingten Irrtümer vermindert werden.

a. Nachbau der Temperaturorgel von Herter *(1934)*
(Abb. 6 links)

Das Vorbild wurde in wenigen Einzelheiten abgeändert. So wurde als Bodenplatte eine Schiene aus dem besser zu verarbeitenden Kupferblech benutzt. Die Heizung besorgten zwei Glühlampen, die einzeln schaltbar waren. Zur Kühlung diente eine Wasserkammer wie die bei 5. beschriebene; sie wurde mit Leitungswasser oder mit tiefgekühlter Sohle aus dem dort verwendeten Eiskasten betrieben. Die Temperaturmessung erfolgte ebenfalls in einer Kupferblechtasche unter Glaswolleisolierung. Die Maße des Glaskastens wurden für die Bohnenkäfer etwas kleiner gewählt als bei dem Herterschen Modell; trotzdem erwies sich diese Einrichtung noch als zu groß.

b. Verkleinerte Temperaturorgel mit Berücksichtigung der Luftströmung
(Abb. 6 rechts)

Anstelle des Glaskastens bei a. wurde ein flacher, schmaler Kasten aus Kupferblech auf die Schiene montiert. Wenn dieser mit Glasplatten gedeckt wurde, dann zirkulierte die Luft in der Längsrichtung, wie sich mit Rauch zeigen ließ; sie strömte am Boden vom kalten zum

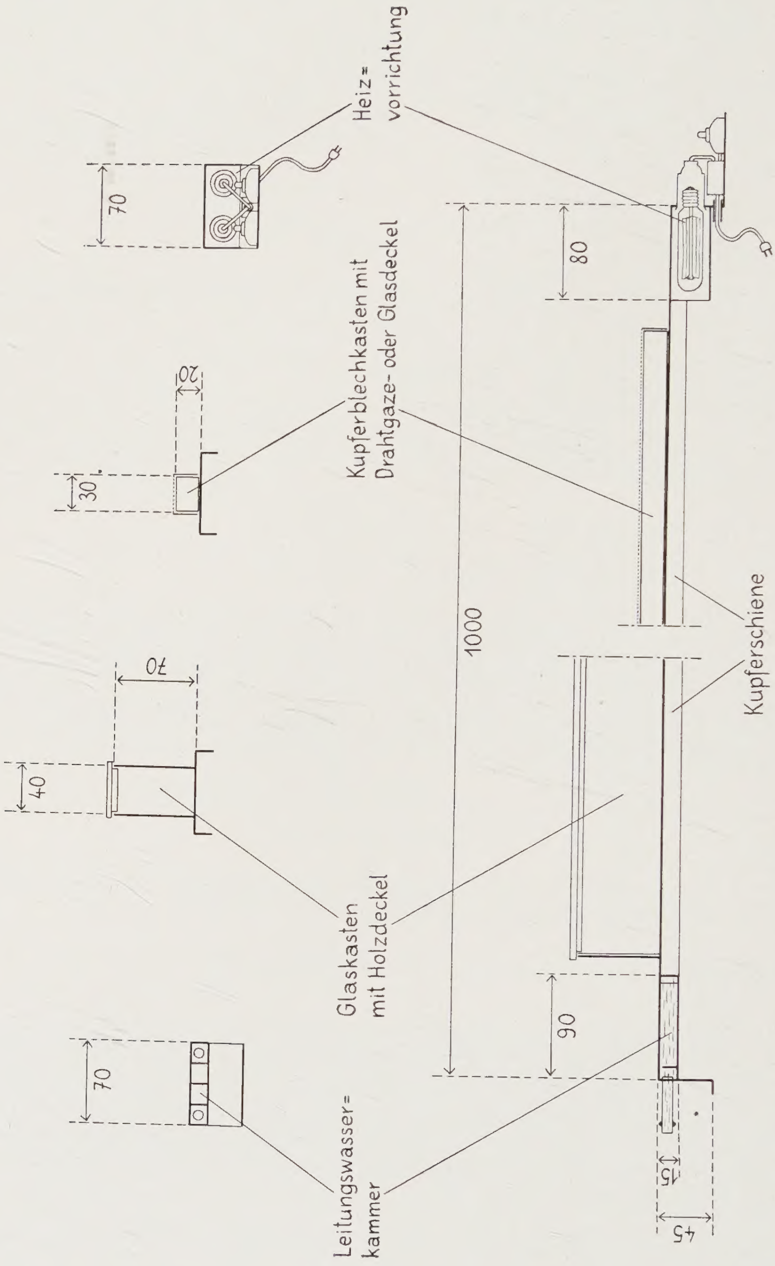


Abb. 6. Kupferschiene als Temperaturorgel; links mit Glaskasten nach Herter, rechts mit kleinerem Kupferblechkasten. Oben Aufrisse, unten Seitenrisse

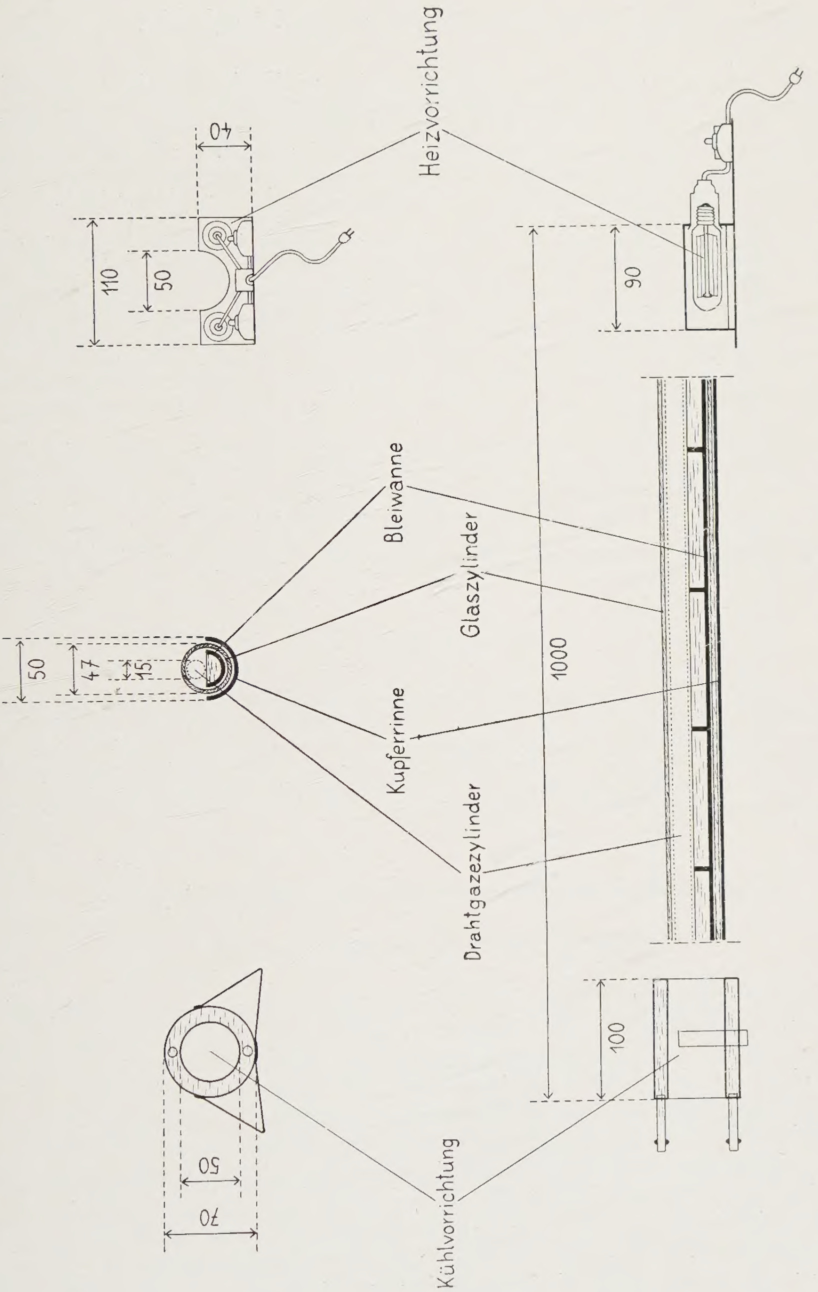


Abb. 7. Orgel mit Regulierbarkeit von Temperatur und Luftfeuchte. Oben Aufrisse, unten Seitenrisse

warmen Ende des Kastens und oben wieder zurück. Wurde aber ein Deckel aus Drahtgaze benutzt, dann konnte die Warmluft nach oben entweichen, und die Längszirkulation unterblieb.

c. Orgel mit Regulierbarkeit von Temperatur und Luftfeuchte
(Abb. 7 und 8)

An die Stelle der Schiene trat hier eine kupferne Rinne mit halbkreisförmigem Querschnitt. Ihr eines Ende wurde auf die mit Glühlampen versehene Heizung gelegt; das andere Ende wurde in die ringförmige, genau anschließende Kühlvorrichtung geschoben. In der Rinne lag ein passender Zylinder aus Jenaer Glas, der an beiden Enden mit durchbohrten Korken verschlossen wurde. In ihm befand sich eine in acht Fächer unterteilte Wanne aus Blei und darüber ein Zylinder aus Messinggaze, welcher die Versuchstiere aufnahm (Abb. 7). Die ganze Anlage wurde mit Glaswolle isoliert.

Die Tiere in dem Drahtzylinder empfanden nur die Eigenschaften der sie umgebenden Luft, im Gegensatz zu den anderen Modellen, wo sie Kontakt mit der geheizten Bodenplatte hatten. Während dort die auf die Käfer wirkenden Einflüsse nicht genau angegeben werden können, waren sie hier wirklich meßbar. Die Temperatur wurde mit einem Stockthermometer festgestellt, welches durch die Bohrung der Verschlußkorken in den Zylinder hineingeführt wurde; seine Quecksilberkugel konnte dann an jeden beliebigen Punkt geschoben werden (Abb. 8 rechts). Zur Messung der Luftfeuchte diente ein mit Äther gefülltes Taupunktpsychrometer, das so klein gearbeitet war, daß es ebenfalls innen verschoben werden konnte (Abb. 8 links).

Unabhängig von der durch Heizung und Kühlung erzeugten Temperaturabstufung konnte die Feuchtigkeit eingestellt werden, indem die Fächer der Bleiwanne mit Schwefelsäure verschiedener Konzentration gefüllt wurden. Bei großen Temperaturdifferenzen gelten die von Solomon (1951) und Collins (1933) angegebenen Werte nicht mehr, so daß die Konzentrationen ausprobiert werden müssen. Ein Überfließen der Schwefelsäure beim Verschieben ließ sich durch Zugabe von etwas Glaswolle vermeiden.

7. Meteorologische Daten

Zum Vergleich der beim Speisebohnenkäfer festgestellten Klimaansprüche mit den wirklich gegebenen Wetterverhältnissen wurden die vom Deutschen Wetterdienst ermittelten Werte verwendet. Alle Zeit- und Instrumentenkorrekturen wurden dabei berücksichtigt. Die absoluten Zahlenwerte gelten für das Hamburger Stadtgebiet, wo auch sämtliche Freilandbeobachtungen gemacht wurden. Dennoch ist es zweifellos berechtigt, die hier gewonnenen Ergebnisse für ganz Norddeutschland zu verallgemeinern.

III. Dem Freilandauftreten förderliche äußere Umstände

1. Bewußte Verwendung befallener Saat

Wie schon früher (Zachariae 1958) dargelegt wurde, ist für ein Freilandauftreten des Käfers im allgemeinen Voraussetzung, daß im Frühjahr befallene Bohnen ausgesät werden. Es zeigte sich, daß die Gartenbesitzer und Landwirte dies durch ihr Verhalten vielfach fördern.

Schrebergärtner verwahren ihre Saat gewöhnlich in der Wohnung, wo die Käfer sich in einmal befallenen Bohnen rasch vermehren können. Wenn diese Bohnen nun nicht gerade vollständig zerfressen sind, werden sie oft trotzdem zur Aussaat verwendet. Nicht alle Gartenbesitzer tun das aus Gleichgültigkeit; einige sind davon überzeugt, daß verkäferte Saat nicht schlechter oder sogar noch besser gedeiht als andere. Diese zunächst unsinnig erscheinende Behauptung wird von mehreren Kleingärtnern beharrlich wiederholt. Auch Mingaud (1900) berichtet, daß die französischen Bauern befallene Bohnen für vollwertiges Saatgut halten. Er erörtert dies aber nicht

weiter, obwohl ihm die Arbeit von Gain (1897) bekannt ist, wo die Minderung der Keimfähigkeit bei befallenen Bohnen untersucht wird. Später haben Razzauti (1917), Larson (1924), Feytaud (1926a), Canzanelli (1940) und Jany (1952) ebenfalls festgestellt, daß mit zunehmender Befallsstärke die Keimkraft abnimmt. Eigene Untersuchungen führten zum gleichen Ergebnis. In für den Bohnenbau ungüstigen Jahren mit verspätetem Frühling aber ist jene Ansicht der Schrebergärtner tatsächlich richtig.

Wenn bis in den Juni hinein naßkaltes Wetter ist, dann läuft vom Bohnenkäfer befallene Saat schneller auf und hat weniger Ausfälle als käferfreie. Mitunter gewinnen die Pflanzen aus verkäferter Saat einen bedeutenden Vorsprung und tragen viel eher Früchte als die anderen. Diese Erfahrung konnte durch folgenden Versuch in dem sehr kalten Frühjahr 1955 bestätigt werden.

Auf mittelschwerem Boden (pH 7,5) wurde in zwei Beeten die Sorte „Nordstern“ ausgelegt. Es war ungebeiztes Markensaatgut mit Keimgewähr für 1955; seine Keimkraft wurde mit den vorgeschriebenen Methoden (Eggebrecht 1949) nachgeprüft. In Tabelle 1 sind die Beobachtungen zusammengestellt.

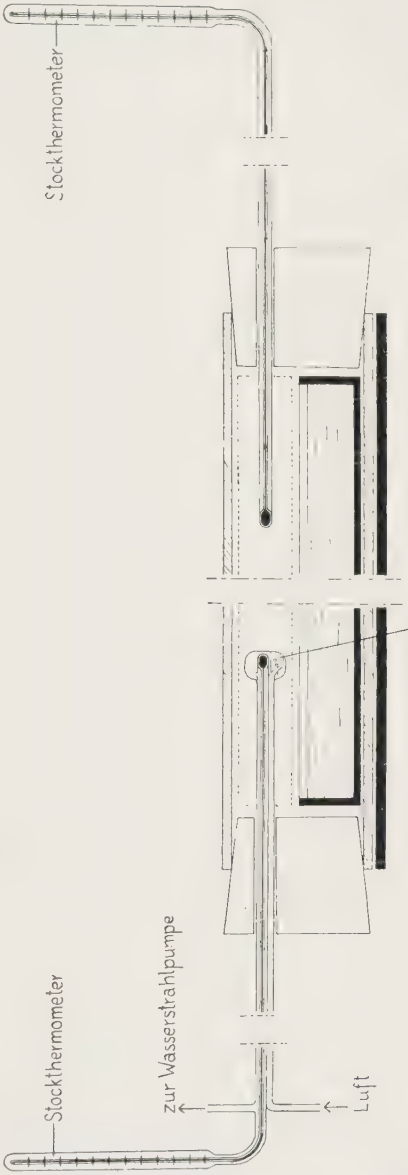


Abb. 8. Feuchtigkeitsmessung (links) und Temperaturmessung (rechts) im Drahtgazezylinder Seitenriß

Es muß betont werden, daß dieses Ergebnis nicht zu Zweifeln am Wert der Saatprüfung berechtigt. Ein derartiger Widerspruch tritt in klimatisch günstigen Jahren und auf zum Bohnenbau erforderlichem trockenem, lockerem Boden sicher nicht auf. Nach Gain (1897) erhält man in Südfrankreich aus verkäferter Saat weniger und schwächere Pflanzen als aus gesunden Bohnen. In diesem Versuch waren die Bedingungen aber ausgesprochen ungünstig, und bei den Schrebergärtnern in Norddeutschland ist das eben auch oft der Fall.

Der hohe Verlust bei erstklassigem Saatgut ist dadurch zu erklären, daß die Bohnensamen in der Erde verfaulen, bevor sie keimen können, denn die

Tabelle 1

Scheinbare Überlegenheit befallener Saat bei ungünstiger Witterung

	Beet 1	Beet 2
Zustand der Saat	So stark infiziert, daß fast jeder Same ein Schlüpfloch aufweist	Unbefallen
Keimkraft	59 %	94 %
Aussaat	18. 5.	18. 5.
Die Keimblätter sind über die Erdoberfläche erhoben	27. 5.	2. 6.
Ausfall	58 %	85 %
Die ersten grünen Hülsen sind als Gemüse pflückreif	15. 8.	26. 8.

einheimischen Fäulniserreger sind an das herrschende Klima besser angepaßt als die wärmeliebende Bohnenpflanze. Die verkäferten Bohnen laufen dagegen schneller auf als unbefallene, sofern ihr Keimling unbeschädigt ist; so gewinnen sie leichter den Wettlauf mit den Mikroorganismen und können schon die ersten sonnigen Tage mit entfalteten Blättern zur Assimilation nutzen. Das schnelle Auflaufen beruht wohl in erster Linie darauf, daß die beschädigten Bohnen leichter Wasser aufnehmen als andere. Zwischen den so frühzeitig keimenden sind aber auch viele ohne Schlüpfloch. Diese können höchstens die von den Eilarven hervorgerufenen Einbohrlöcher haben, und solche Beschädigungen sind nicht größer als die Risse, die auch einwandfreie Saatbohnen oft aufweisen. Es wäre vielleicht einer Untersuchung wert, ob durch die Bohnenkäferlarven keimungsfördernde Reizstoffe erzeugt werden, die auf alle Samen in der Umgebung wirken.

Jene Schrebergärtner haben mit ihrer Behauptung also nicht unrecht, und daraus wird verständlich, warum sie das zerfressene Saatgut nicht durch neugekauftes ersetzen. Man legt die Bohnen etwas reichlicher und weiß, daß man auch so gut ernten wird. Damit ist der Fortbestand der Schädlingspopulation immer wieder gesichert.

In Landwirtschaftsbetrieben wird die Erhaltung der Population dadurch gefördert, daß die Bohnen nach der Ernte wirklich sachgemäß, d. h. kühl, trocken und frostfrei, gelagert werden. Dann kommt es nicht zur Massenentwicklung wie bei den Schrebergärtnern, und der Fraß bleibt so gering, daß er entweder gar nicht entdeckt wird oder der Landwirt die Ausgaben für Bekämpfung oder Verlesen für ungerechtfertigt halten muß. Mit der selbstgezogenen Saat trägt man die Käfer darum immer wieder auf das Land. Eine Bekämpfung liegt auch darum nicht so nahe, weil die Folgen der Freilandinfektion nicht im Bereich des Erzeugerbetriebes eintreten, sondern erst auf dem Speicher des Abnehmers. An der frischen Ernte ist der Befall praktisch nicht nachweisbar. Die dadurch entstehenden Schwierigkeiten werden auch von Larson & Fisher (1938) erörtert.

Im allgemeinen ist hier nur ein schwacher Freilandbefall zu erwarten. Jedoch entwickeln sich die Käfer nach den Erfahrungen mit Laboratoriums-

zuchten gerade bei mittleren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen besonders kräftig und legen später auch sehr viele Eier. Damit ist der Fortbestand der Bohnenkäferpopulation jedenfalls gesichert.

2. Günstiges Bodenklima im Frühjahr

Für das Fortkommen der Käfer nach der Aussaat ist entscheidend, wieviel Wärme sie zum Auskriechen aus den Samen und aus der Erde benötigen. Im Laboratorium konnten Käfer sich noch bei 16⁰ und mittlerer Luftfeuchte entwickeln und aus den Samen auskriechen. Bei Luftfeuchten unter 50 % waren die Ausfälle dann aber schon erheblich und werden bei niedrigerer Temperatur sicher noch größer. An den Zuchten in zwischen Objektträgern

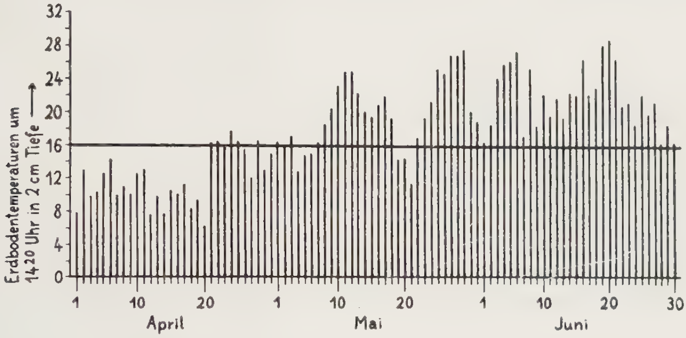


Abb. 9. Möglichkeiten für das Auskriechen der Bohnenkäfer Frühjahr 1954
Die Käfer erreichen die nötige Beweglichkeit nur, wenn die Temperatur im Erdboden mindestens 16⁰ C beträgt; diese Bedingung ist durch die eingezeichnete Grenze angedeutet

eingeschlossenen Bohnenscheiben konnte beobachtet werden, daß die schlüpfenden Imagines noch bei 15⁰ die Samenschale von innen benagen. Sie arbeiten dann aber so langsam und unbeständig, daß sie im Freien kaum fertigwerden können, bevor die Samen verfaulen. Darum dürfte die untere Grenze für das Auskriechen im feuchten Boden wirklich bei 16⁰ liegen.

Diese Grenze überschreiten die Erdbodentemperaturen schon Ende April und Anfang Mai gelegentlich und von Mitte Mai an sogar täglich. Wegen der Nachtfrostgefahr dürfen Bohnen aber gar nicht vor den „Eisheiligen" gelegt werden. Darum ist die für die Käfer nötige Wärme immer gegeben, sobald das Wetter die Bohnenaussaat erlaubt. Das zeigt die Abb. 9, in welcher die Erdbodentemperaturen als Ordinatenwerte aufgetragen sind; außerdem ist die 16⁰-Grenze eingezeichnet. Das gewählte Frühjahr 1954 kann als Beispiel für gewöhnliches Frühlingswetter gelten. In dem besonders warmen und trockenen Frühjahr 1953 waren die Verhältnisse noch wesentlich günstiger. In dem ungewöhnlich kühlen und feuchten Frühjahr 1955 dagegen war die für die Käfer nötige Wärme erst am 24. Mai zum erstenmal gegeben. Vorher mußten aber auch die Bohnensamen verfaulen, und in früh bestellten Kulturen war damals ausnahmslos eine Nachsaat erforderlich. Hier zeigte sich besonders deutlich, wie die Klimaansprüche des Speisebohnenkäfers mit denen seiner Wirtspflanze übereinstimmen. Wenn diese leben kann, findet auch er sein Fortkommen.

3. Günstige Bedingungen in für den Bohnenbau geeigneten Böden

Während die Käfer in feuchter Erde kaum gefährdet sind (Hase 1954), gehen sie zugrunde, wenn sie die Bohnen wegen Kälte nicht verlassen können und diese verfaulen anstatt zu keimen. Am Anfang des sehr kalten Frühjahrs 1955 konnte das häufig beobachtet werden, besonders in den Versuchsbeeten auf alkalischen Böden mit pH-Werten über 7,5. Die dort vorherrschende Bakterienfäule löst die Samen zu einem übelriechenden Schleim auf, in welchem die Käfer ersticken. In neutralen und sauren Böden schien die Gefahr nicht so groß zu sein. Hier werden die Bohnen anscheinend vorwiegend von niederen Pilzen zerstört, die eine trockene Fäule bewirken und große Hohlräume in den Samen erzeugen. Die Tatsache, daß das Optimum der Bodenreaktion für die Speisebohne im neutralen Bereich liegt, bei pH 6,5–7,8 (Becker-Dillingen 1956), ist also auch für den Speisebohnenkäfer günstig.

4. Epigäische Keimung der Speisebohne

In der Erde schlüpfen wahrscheinlich nur solche Käfer, die zum Zeitpunkt der Aussaat schon angefangen hatten, das Schlüpfloch zu nagen oder wenigstens unmittelbar davor standen. Das ist jedoch nur ein Teil der Gesamtzahl. Wie bei den meisten Insekten liegt zwischen der Imaginalhäutung und dem Auskriechen eine Ruhezeit, deren Dauer mit fallender Temperatur immer länger wird, wie Zaazou (1948 a) feststellte; das kann nach den eigenen Erfahrungen bestätigt werden. Darum kommen solche Käfer, die sich zur Aussaatzeit gerade erst zur Imago gehäutet haben, und ebenso Puppen im Boden nicht zum Schlüpfen, bevor die Bohnen aufgelaufen sind. Sie werden vielmehr mit den Keimblättern aus der Erde herausgehoben, so daß die Sonnenstrahlen sie wärmen und trocknen können. Dicht über der Erdoberfläche kann die Luftfeuchte auf 70 % absinken, auch wenn sie im Boden viel höher ist. Unter solchen Umständen gelangen die Käfer in wenigen Tagen zur Reife. Meistens brauchen sie dann keinen Deckel mehr in die Samenschale zu schneiden, weil diese schon abgefallen ist.

Es scheint so, als ob wirklich sehr viele Käfer die Bohnen noch nach dem Auflaufen verlassen. Aus 50 Keimblättern von stark befallenen, aber aufgelaufenen Bohnen, die auf einem Versuchsbeet abgeschnitten und in einem Drahtgazegefäß ausgelegt wurden, schlüpften im Laufe von vier Tagen noch 63 Käfer. Die epigäische Keimung der Speisebohne begünstig also das Fortkommen des Schädlings.

5. Ausreichende Klimaverhältnisse in Sommer und Herbst

Die Beobachtungen im Freien (Zachariae 1958) zeigten deutlich, daß die Klimaansprüche des Speisebohnenkäfers anders sind als die einheimischer Insekten. Es muß nun geprüft werden, wie weit das Klima in Norddeutschland als limitierender Faktor wirkt.

Zunächst seien die zum Fliegen notwendigen Bedingungen mit den tatsächlich gegebenen Wetterverhältnissen verglichen. Als Beispiel eines Sommertages, wie sie in Norddeutschland recht häufig sind, wurde der 11. 7. 1955

gewählt. In Abb. 10 sind auf den Koordinaten Luftfeuchte und Temperatur eingetragen, während der Sonnenschein durch die Farbe der Zeichen angedeutet wird. Außerdem ist die aus der Abb. 5 der vorigen Arbeit (ZACHARIAE 1958) übernommene Grenze für die zum Fliegen der Käfer hinreichenden Luftindices eingezeichnet. Man sieht, daß um 9.30 Uhr die Sonne schon schien, aber Temperatur und Luftfeuchtigkeit noch nicht die nötigen Werte erreicht hatten. Um 15.00 Uhr war die Luft warm und trocken genug, aber die Sonne fehlte. Zu beiden Zeiten waren die Flugbedingungen für die Bohnenkäfer nicht erfüllt. Auch wenn die Sonne nur für wenige Minuten durchkommt, wie es am frühen Nachmittag dieses Tages der Fall war, ist nicht gleich der Anreiz zum Fliegen gegeben. Vielmehr erlaubte das Klima den Käfern nur für etwa 4½ Stunden das Fliegen. An Tagen mit wolkenlosem Himmel kann die Zeit mit erfüllten Flugbedingungen über 14 Stunden betragen; in dem ungewöhnlich heißen Sommer 1947 war das oft der Fall. Andererseits kann der Anreiz zum Fliegen tagelang fehlen, wenn es pausenlos regnet, wie

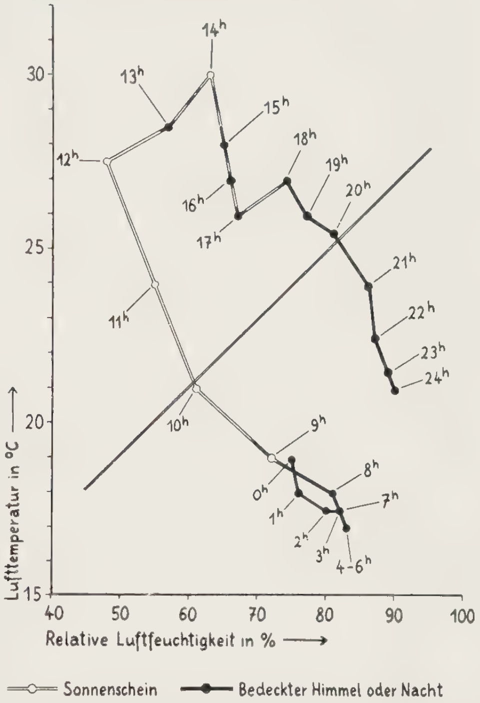


Abb. 10. Flugmöglichkeiten für den Bohnenkäfer am 11. 7. 1955. Die Punkte stellen die stündlichen Messungen dar; über und links der eingezeichneten Grenze liegen die zum Fliegen der Käfer hinreichenden Luftindices

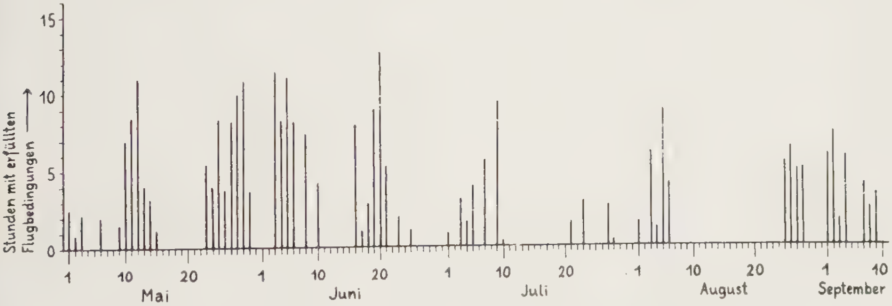


Abb. 11. Flugmöglichkeiten für den Bohnenkäfer im Jahr 1954

das in den kalten und nassen Sommern 1954 und 1956 mehrfach vorkam. Doch konnten auch 1954 und 1956 in Schrebergärten Freilandbefall und sogar eine Ausbreitung der Käfer über eine gewisse Entfernung nachgewiesen werden. Wirklich sind auch in solchen Jahren die Flugbedingungen ausreichend oft erfüllt, wie Abb. 11 zeigt. Hier ist für jeden Tag des

Sommers 1954 in der oben beschriebenen Weise die Flugzeit ermittelt und als Ordinatenwert eingetragen; sie betrug in jenem Jahr insgesamt 302 Stunden. Im Sommer 1955, der als Beispiel für gewöhnliche Wetterverhältnisse gelten kann, waren es 369 und in dem heißen Sommer 1947 sogar 841 Stunden. Damit stimmt überein, daß gerade seit jenem Jahr die Meldungen über Freilandauftreten häufiger wurden (HASE 1950). Auch für das schweizerische Mittelland vermutet HORBER (1950), daß die Ausbreitung des Käfers im Sommer 1947 sehr gefördert wurde.

Wichtiger noch als die Verbreitung durch Flug ist, daß Kopulation und Eiablage im Freien möglich sind. Die Kopulation kann bei allen Temperaturen erfolgen, bei denen auch die Kriechbewegungen geordnet ablaufen. Einmal wurde sie im Freien bei 16⁰ beobachtet, sonst aber nur bei höheren Temperaturen.

Auch die Eiablage ist bei ziemlich niedrigen Temperaturen möglich. Noch am 25. 9. 1955 wurden draußen bei 16⁰ Käfer beobachtet, wie sie an den Hülsen nagten. Ein Weibchen, das entdeckt wurde, als es gerade mit der Arbeit begonnen hatte, brauchte bis zur Beendigung der Eiablage vier Stunden. Im Laboratoriumsversuch konnten Käfer noch bei 12⁰ kopulieren und Eier legen, wie im folgenden beschrieben wird.

Auf der Kühlschiene mit Fächerkasten wurden zwei Versuche mit verschiedenen Temperaturabstufungen durchgeführt:

a. Ohne Leitungswasserkühlung; Temperaturbereich von 11⁰ bis 18⁰; Schwankungen in Fach 1 ± 1⁰, in Fach 10 ± 0,5⁰; Gläschen der dritten Reihe durch Blechhauben verdunkelt; frischgeschlüpfte Käfer aus der Vorratszucht bei 22⁰/70 %. Tabelle 2 enthält die Anzahl der insgesamt abgelegten Eier.

Tabelle 2

Eiablage bei niedrigen Temperaturen – Versuch a

Fach Nr.	Temp. ⁰ C	Zahl der abgelegten Eier Reihe 1 Tageslicht	Reihe 2 Tageslicht	Reihe 3 verdunkelt
1	11	10	1	4
2	12	37	43	40
3	13,5	49	57	12
4	14,5	21	67	79
5	16	93	81	56
6	16,5	101	86	111
7	17	156	112	143
8	17,5	171	132	180
9	18	236	207	244
10	18	211	163	198

Die untere Grenze für die Eiablage liegt hier offenbar zwischen 11⁰ und 12⁰. Um sie mit noch größerer Sicherheit zu bestimmen, wurde ein zweiter Versuch unternommen, bei dem der Temperaturbereich einige Grade tiefer reichte. Auf die Verdunkelung einer Serie konnte verzichtet werden, weil dabei kein wesentlicher Unterschied zu den Tageslichtserien bemerkbar war. Dagegen wurden jetzt noch unter anderen Zuchtbedingungen aufgewachsene Käfer eingesetzt, um zu prüfen, ob diese sich verschieden verhalten.

b. Mit Leitungswasserkühlung; Temperaturbereich von 8⁰ bis 14⁰, Schwankung in Fach 1 ± 1⁰, in Fach 10 ± 0⁰; frischgeschlüpfte Käfer aus Zuchten bei 22⁰/70 %, 24⁰/40 % und 24⁰/80 %. Tabelle 3 enthält die Anzahl der insgesamt abgelegten Eier.

In allen drei Reihen liegt die gesuchte Grenze offenbar bei 11,5⁰; die wenigen Eier bei 11⁰ können nicht gewertet werden. Die Schwankung betrug

Tabelle 3

Eiablage bei niedrigen Temperaturen – Versuch b

Fach Nr.	Temp. °C	Zahl der abgelegten Eier Reihe 1 Käferzucht 22° / 70 %	Reihe 2 Käferzucht 24° / 40 %	Reihe 3 Käferzucht 24° / 80 %
1	8	—	—	—
2	9	—	—	—
3	10	—	—	—
4	11	3	—	9
5	11,5	6	12	4
6	12	22	17	41
7	12,5	18	28	30
8	13	33	21	51
9	13,5	48	13	43
10	14	39	45	40

in Fach 5 ± 0,5°. Danach kann mit Sicherheit gesagt werden, daß der Speisebohnenkäfer sich noch bei 12° und nicht mehr bei 11° fortpflanzen kann. Die unter verschiedenen Bedingungen gezogenen Käfer verhalten sich ungefähr gleich. Um die Bedeutung der Aufzuchtbedingungen in diesem Zusammenhang beurteilen zu können, wären wesentlich mehr Untersuchungen nötig. Größere Abweichungen dürften erst bei extremen Verhältnissen auftreten.

Es muß noch hinzugefügt werden, daß bei den täglich durchgeführten Kontrollen bei allen Temperaturen bis 11° herab wirklich Kopulationen beobachtet wurden. Ob sie in allen Fällen erfolgreich waren, läßt sich allerdings nicht beurteilen, weil die untere Grenze für die Eientwicklung etwas höher liegt.

Weil anschließend noch die Mindesttemperaturen für die Eientwicklung untersucht wurden, mußten beide Versuche etwa 12 Wochen lang weitergeführt werden. Deshalb waren Wiederholungen nicht mehr möglich. Die durch die geringe Zahl der Objekte bedingte Unsicherheit der Aussage wird aber durch den folgenden Versuch aufgehoben, der noch einmal mit vielen Tieren bei der ermittelten Mindesttemperatur durchgeführt wurde. Gleichzeitig sollte geprüft werden, ob die Käfer bei so niedrigen Temperaturen auch noch das Loch in die Hülsen nagen können, denn bei der vorigen Versuchsanordnung konnte ja nur mit Samen gearbeitet werden. Zahlreiche eben gereifte, saubere Hülsen wurden in zwei große Weckgläser gelegt und in jedes etwa 300 frisch geschlüpfte Käfer gesetzt. Die Luftfeuchte wurde mit Schwefelsäure nach SOLOMON (1951) auf 80 % eingestellt. Für die genaue Einhaltung der Temperatur von + 12° sorgte ein Spezialkühlschrank mit gläserner Vorderwand; so konnte auch das Tageslicht einwirken.

Unter diesen Bedingungen haben die Käfer im Laufe von zwei Monaten in vielen Fällen kopuliert, die Hülsen angenagt und Eier in diese gelegt. Die durchschnittliche Zahl der Eier in einem Gelege war mit 18 sogar höher als bei den Beobachtungen im Freien (ZACHARIAE 1958); das größte Gelege zählte 47, das kleinste 3 Eier.

Diese Versuche beweisen zwar, daß beim Speisebohnenkäfer eine Fortpflanzung noch bei 12° möglich ist; praktische Bedeutung hat dies aber wahrscheinlich nicht. Es wurde nicht festgestellt, wie lange die Eiablage unter diesen Umständen dauert; sicher sind es mehrere Stunden. Als wirkliche untere Grenze im Freiland ist wohl eine Lufttemperatur von 16° anzunehmen. Wenn man die Zeitdauer der einzigen bei 16° von Anfang bis Ende beobachteten Eiablage etwas reichlicher bemißt, kann man fünf Stunden als ausreichend

ansehen. Bei höheren Temperaturen verkürzt sich die erforderliche Mindestzeit entsprechend; darum braucht nur festgestellt zu werden, wie lange die Temperatur an jedem Tag in Spätsommer und Herbst die 16°-Grenze überschreitet. Diese Zeiten sind in der Abb. 12 als Ordinatenwerte eingetragen. Als Beispiel wurde das Jahr 1952 gewählt, in welchem die Kälte besonders früh einsetzte. Man erkennt, daß die Möglichkeit zur Eiablage Mitte September aufhörte, wenn man von dem 24. 9. als Ausnahme absieht. Weil zu diesem Zeitpunkt die frühen und mittelfrühen Sorten jedenfalls ausgereift sind, kann man sagen, daß auch in ungünstigen Jahren in Norddeutschland eine Eiablage im Freien möglich ist. Auch Nolte (1955) hat Anfang September 1952 eine Eiablage im Freien nachgewiesen. Dagegen ist bei gewöhnlichem Herbstwetter, wie z.B. 1955, die Fortpflanzung noch Ende September im Freien möglich, und in dem warmen Herbst 1949 waren die notwendigen Bedingungen noch bis Ende Oktober erfüllt. Wie auch Horber (1950) vermutet, hat wohl diese Tatsache neben dem heißen Sommer 1947 dazu beigetragen, daß der Freilandbefall in jenen Jahren schnell zunahm.

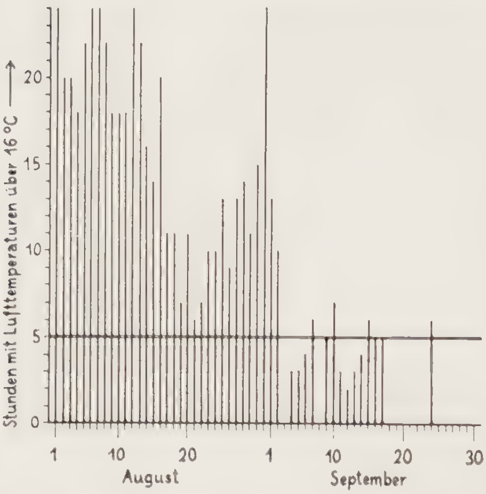


Abb. 12. Möglichkeiten zur Eiablage im Herbst 1952. Für eine abgeschlossene Eiablage muß die Lufttemperatur mindestens fünf Stunden lang 16° C betragen; diese Bedingung ist durch die eingezeichnete Grenze angedeutet

Eine Gefährdung der Käfer oder ihrer Eier durch das nächtliche Temperaturminimum ist nicht gegeben. Es kommt überhaupt erst Ende Oktober vor, daß dieses auf den Nullpunkt oder darunter sinkt. Dann ist die Eiablageperiode aber schon vorüber. Außerdem schadet solche Kälte erst, wenn sie tagelang einwirkt, während sie hier ja nur für wenige Stunden herrscht.

6. Keine Austrocknungsgefahr in Sommer und Herbst

In wärmeren Ländern beträgt die Lebensdauer der Käfer im Freien nur etwa 15 Tage, weil die Temperaturen sehr hoch sind und die Luft sehr trocken ist (Larson 1922, 1923 und 1924, Larson & Fisher 1925 und 1938 und Lefèvre 1950). Darum findet ein Freilandbefall dort nur dann statt, wenn sich in der Nähe vernachlässigte Speichervorräte, Restposten befallener Saatbohnen oder Bohnenstroh mit zurückgebliebenen Kernen befinden. Diese Bedingungen sind häufig gegeben, weil in jenen Ländern mehrere Ernten im Jahr erzielt werden. Ebenso scheint es in den italienischen Schadgebieten zu sein (Razzauti 1917, Marcucci 1920 und Canzanelli 1940). Wegen der Austrocknungsgefahr suchen die Käfer dort im Freien den Schatten (Can-

ZANELLI 1940), während in Norddeutschland erst die Sonne ihnen eine größere Beweglichkeit ermöglicht (ZACHARIAE 1958).

In Norddeutschland vergehen von der Aussaat der Bohnen bis zur Hülsenreife mindestens 80 Tage, wenn es sich um frühe Sorten handelt und man die zuerst angesetzten Hülsen ausreifen läßt. Gewöhnlich erntet man aber zunächst die Früchte als Frischgemüse und läßt nur die letzten Hülsen zur Samengewinnung hängen, weil so bei den „remontierenden“ Sorten ein wesentlich höherer Gesamtertrag erzielt wird. In diesem Fall und besonders bei späten Varietäten kann es in der Hamburger Gegend 140 Tage dauern, bis reife Hülsen da sind.

Eine so lange Zeit können auch gefütterte Käfer nicht überstehen, wenn sie warm und trocken gehalten werden. Sie zeigen dann solche Erscheinungen, wie sie die Käfer in Laboratoriumszuchten und aus Vorräten häufig aufweisen. Eingezogenes Abdomen, verkrampfte Beinhaltung, Störungen im Gleichgewichtsgefühl und in der Koordination der Bewegungen, das Versagen des Umdrehreflexes (ZACHARIAE 1958) und die Neigung, sich an jeden Gegenstand krampfhaft anzuklammern, sind offensichtlich Folgen des Verhungerns und des Austrocknens.

Im Freien aber sehen die Käfer stets gesund aus. Ihr Abdomen ist prall und gestreckt, und sie sind stets bei entsprechender Temperatur zum Laufen und Fliegen fähig. Niemals, auch nicht im Spätherbst, also am Ende ihres Lebens, weisen sie die erwähnten Störungen auf. Neben der Möglichkeit, im Freien Nahrung und Wasser aufzunehmen, ist das sicher auf die geringe Austrocknungsgefahr zurückzuführen. In Norddeutschland ist die Luft auch an Sommertagen nur für wenige Stunden heiß und trocken, während es nachts und oft genug ja auch tagsüber kühl und feucht bleibt. Das hiesige Klima mit den im Mittel mäßigen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit kommt also den besonderen Bedürfnissen des Käfers für ein Freileben in Norddeutschland sehr entgegen. Das braucht allerdings nicht zu bedeuten, daß er in seiner Heimat unter solchen Bedingungen lebt.

7. Ausreichend langer Zeitraum zwischen Hülsenreife und Auspahlen bzw. Dreschen

Die aus den Eiern geschlüpften Primärlarven suchen in der Hülse die Kerne auf und bohren sich in diese ein. Danach häuten sie sich zur Sekundärlarve und beginnen mit dem eigentlichen Ernährungsfraß. Es muß nun untersucht werden, wie weit diese Entwicklung unter den Außentemperaturen erfolgen kann. NOLTE (1955) meint, daß die Entwicklung und auch noch die ersten Larvenstadien im Freien durchlaufen werden. Er setzt dabei voraus, daß die Bohnenreife in den Hochsommer fällt. Das trifft aber gar nicht zu. Wohl könnten die zuerst angesetzten Hülsen früher Sorten Mitte August reif sein; gewöhnlich läßt man aber, wie schon erwähnt, nur die letzten Hülsen zur Samengewinnung reifen. Dann sind erst Anfang September oder noch später reifende Hülsen da, und es fragt sich, ob die Temperaturen um diese Zeit noch für die Entwicklung ausreichen.

Die untere Grenze für die Entwicklung der Eier liegt fast so niedrig wie die, bei welcher die Fortpflanzungstätigkeiten der Imagines aufhören. Bei den weiter oben beschriebenen Versuchen mit der Kühlschiene zeigte sich, daß die wenigen bei 11° gelegten Eier unentwickelt blieben und schließlich

vertrockneten. Dagegen war bis herab zu 12^0 in allen Versuchsreihen noch eine Entwicklung möglich, was bei ZACHER (1930) nicht der Fall war. Die hier geschlüpften Larven bohrten sich auch noch in die Samen ein; allerdings war der Ausfall schon sehr groß. Von den Eiern, die im Kühlschrank bei 12^0/80 % abgelegt worden sind, wurden 233 Eier untersucht; nur in 21 oder 9 % von diesen hatten sich die Larven bis zum Ausschlüpfen entwickelt. Unter mittleren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen kommen von den Eiern einer Zucht wie der hierbei verwendeten aber etwa 90 % zur Entwicklung. Das zeigt schon, daß ähnlich wie bei der Eiablage die unterste Temperaturgrenze keine praktische Bedeutung hat. Auch dauert die Eientwicklung dann sehr lange. ZACHER (1930) gibt bei $19{,}7^0$ 29–34 Tage an; eigene Versuche ergaben kürzere Zeiten, aber bei Temperaturen unter 20^0 auch über zwei Wochen. Die Entwicklungsdauer wird außerdem anscheinend von der Luftfeuchte beeinflußt.

Die Beurteilung der Freilandverhältnisse wird dadurch erschwert, daß die Temperaturen täglich in einem großen Bereich schwanken und daß dementsprechend auch die Geschwindigkeit der physiologischen Vorgänge im Laufe eines jeden Tages wechselt. Leider konnte nicht festgestellt werden, wie schnell die Eier sich unter diesen Umständen tatsächlich entwickeln. Dennoch kann die oben genannte Fragestellung durch die Betrachtung der Klimaverhältnisse geklärt werden.

Schon im August werden 20^0 gewöhnlich nicht mehr für die halbe Zeit des Tages erreicht; an vielen Augusttagen bleibt die Temperatur nicht einmal für alle 24 Stunden oberhalb der 16^0-Grenze. Als geringen Ausgleich dafür kann man werten, daß es mittags oft wärmer als 24^0 wird. Die Tabelle 4 gibt in vereinfachter Form für die Monate August, September und Oktober 1955 die Zeitdauer an, in welcher die Lufttemperaturen die Werte 16^0, 20^0 und

Tabelle 4

Temperaturverhältnisse im Herbst 1955

			Gesamtzeit in Stunden	verteilt auf Tage
August	Lufttemperaturen über	16^0	553	29
		20^0	269	26
		24^0	91	15
September		16^0	270	25
		20^0	64	11
		24^0	—	—
Oktober		16^0	10	5
		20^0	—	—
		24^0	—	—

24^0 überschritten. Nach allem muß man damit rechnen, daß die Entwicklung im Freien mindestens zwei Wochen, wenn nicht länger, dauert. Von dem Zustand der Halbreife, wo die Eiablage stattfindet (ZACHARIAE 1958), bis zur Trockenreife der Hülsen vergeht aber im August nur etwa eine Woche. Die Eientwicklung kann also nur dann im Freien abgeschlossen werden, wenn die Bohnen wegen großer Nachlässigkeit noch länger hängen bleiben – was bei Schrebergärtnern allerdings nicht selten vorkommt. Auch ist das nur

im August möglich, also wenn frühe Sorten angebaut werden und die ersten Hülsen ausreifen konnten. Lediglich bei ungewöhnlich warmem Herbstwetter wie im Jahr 1949 sind die nötigen Bedingungen auch noch im September erfüllt. In einem ausgeglichenen Herbst wie 1955 und erst recht bei besonders kühlem Herbstwetter wie z. B. 1952 reichen die Klimaverhältnisse in September und Oktober aber auf keinen Fall mehr aus für eine Eientwicklung, und weitere Larvenstadien können im Freien bestimmt niemals erreicht werden.

Meistens muß die Eientwicklung also noch nach der Ernte fortgesetzt werden. Dazu ist die Möglichkeit wirklich fast immer gegeben. Die abgepflückten Hülsen werden an einen geschützten Ort gelegt, weil man sie „gelegentlich" auspahlen will. Diese Arbeit wird nun erfahrungsgemäß hinausgeschoben; manchmal kommt man nach zwei oder drei Wochen dazu, mitunter aber auch erst nach zwei Monaten. Jedenfalls ist genügend Zeit, damit die Eier sich entwickeln und die Larven sich in die Samen einbohren können. Weil die Temperaturen in den Schuppen und Dachböden, wo die Bohnen gelagert werden, ausgeglichener sind als draußen und im Durchschnitt etwas höher liegen, können sich die Eier hier noch entwickeln, wenn das draußen längst nicht mehr möglich ist.

Werden die Hülsen rechtzeitig geerntet und dann sofort ausgepahlt, dann kann der Befall vermieden werden. Vielleicht ist dann noch eine Infektion möglich durch zwischen die Samen geratene Eier. Das lassen einige Befallsmeldungen von Landwirtschaftsbetrieben vermuten, wo der Befall nicht anders zu erklären war. Diese Deutung kommt freilich nur in Frage, wenn das Entkernen mit der Hand gemacht wurde. Bei Maschinendrusch werden die Eier bestimmt in der Windfege entfernt, wie auch LARSON & FISHER (1938) annehmen.

Die Lagerung der geernteten Bohnen in geschlossenen Räumen und die Verzögerung der weiteren Verarbeitung sind also entscheidend für den Fortbestand der Bohnenkäferpopulation.

8. Frostfreie Lagerung der Saatbohnen

Nach ZACHER (1954) soll der Speisebohnenkäfer im Freien überwintern; dasselbe nimmt HORBER (1950) für das schweizerische Mittelland an. Dies ist aber völlig unwahrscheinlich. Draußen sind während des Winters ja gar keine Bohnensamen vorhanden, und die in Frage kommenden Erntereste verfaulen bei der hiesigen Witterung in kurzer Zeit. Außerdem ist der Speisebohnenkäfer gegen Kälte recht empfindlich. Dabei sind freilich die Gradwerte der niedrigen Temperaturen weniger wichtig als die Zeit, in der sie einwirken. Vorübergehend vertragen die Käfer wohl recht tiefe Temperaturen. Nach HÄHNE (1941) halten die Käfer — 15° eine Stunde lang aus. CARTER (1925) stellte fest, daß die Imagines drei Stunden bei — 10° überstehen; nach zwölf Stunden in dieser Kälte waren alle Stadien tot. Anscheinend vollzog sich der Temperaturwechsel in seinen Experimenten sehr plötzlich; bei eigenen Versuchen, die vorsichtiger angestellt wurden, hielten die Käfer den Frost länger aus.

Die Käfer wurden aus der Zuchttemperatur von 22° für 24 Stunden in einen Kellerraum gebracht, in dem 16° herrschten. Danach kamen sie einen Tag in einen Kühlraum mit + 8 bis + 10°; hier verfielen sie in Starre. Erst am dritten Tag wurden sie in der Kühlzelle

auf — 8 bis — 9° abgekühlt. Nachher wurde in umgekehrter Reihenfolge verfahren. Je 10 Männchen und Weibchen wurden so 1, 2, 3, 4 und 5 Tage lang dem Frost ausgesetzt.

In diesen Versuchen haben die Käfer bis drei Tage Frost ausgehalten und auch nachher kopuliert und Eier gelegt. Nach vier Tagen in der Kühlzelle waren 8 Männchen und 7 Weibchen gleich tot; die restlichen Tiere starben in den folgenden zwei Tagen. Von den Käfern, die fünf Tage lang in der Kälte gewesen waren, lebte am Ende des Versuchs nur noch ein Weibchen, das nach einem Tag bei Zimmertemperatur starb.

Auch die Larven ertragen soviel Frost nicht, wie schon CARTER (1925) feststellte. Zur Nachprüfung wurden bei 16° gezüchtete Tiere verwendet, damit für sie der Temperatursprung nicht zu groß war. Je 100 Eier auf entsprechend vielen Bohnen wurden in Weckgläser gelegt, in welchen die Luftfeuchte mit Schwefelsäure nach SOLOMON (1951) eingestellt wurde. So wurden je zwei Gläser eingerichtet für 30, 50, 70, 90 und 100 %. Eine Serie wurde 25 Tage nach der Eiablage für drei Tage in den Kühlraum mit — 8 bis — 9° gebracht; mit der anderen wurde nach 90 Tagen ebenso verfahren, um verschiedene Larvenstadien zu erfassen. Bei jedem Übergang wurden die Gläser 24 Stunden lang bei + 8 bis + 10° belassen. Als Kontrolle dienten gleichzeitig bei 16° durchgeführte Zuchten.

Das Ergebnis war in allen Fällen negativ. Während sich noch bei 16°, wenn auch wenige, Käfer entwickeln können, hat von den dem Frost ausgesetzten Zuchten keine einen einzigen Käfer gebracht. Bei der späteren Nachprüfung konnten in den Bohnen der zweiten Serie tote Larven gefunden werden.

Wenn im Vorhergehenden gezeigt wurde, daß die Käfer für kurze Zeit wohl recht tiefe Temperaturen ertragen, so bedeutet das noch nicht, daß sie unser Winterklima überstehen können. Je länger die Kälte einwirkt, um so höher liegt die Grenze der tödlichen Temperaturen. LARSON & SIMMONS (1924) stellten fest, daß in einem Posten befallener Bohnen alle Stadien bei 0° nach 56 Tagen und bei + 2° nach 66 Tagen tot sind. Nach 20 Tagen bei 0° und nach 32 Tagen bei + 2° sind die Imagines nicht mehr fortpflanzungsfähig, so daß die Population schon nach dieser Zeit praktisch vernichtet ist. MATHLEIN (1944) berichtet, daß alle Stadien bei 0° nach 6–7 Wochen und bei — 2° nach vier Wochen tot sind. Bei ähnlichen Versuchen will HÄHNE (1941) allerdings eine größere Kältefestigkeit festgestellt haben. Nach ZACHER (1930) sind die Eier nicht mehr entwicklungsfähig, wenn sie 8 Tage auf 0° abgekühlt waren. Mit diesen Versuchsergebnissen stimmen die eigenen Beobachtungen bei Schrebergärten überein. Wenn diese befallenen Bohnen in ungeheizten Lauben, Geräteschuppen oder Speisekammern verwahrt hatten, wo es kalt war, ohne daß Frostgefahr bestand, dann waren trotzdem alle Stadien tot. Auch bei sorgfältiger Haltung konnten aus solchen Proben hinterher keine Käfer gezogen werden. Von MANSBRIDGE (1936) und SOLOMON & ADAMSON (1955) wurde die Winterfestigkeit zahlreicher Vorratsschädlinge in Britannien untersucht. Sie brachten diese in Hütten und Gebäude, wo sie in verschiedener Weise dem Winterklima ausgesetzt waren. Die Speisebohnenkäfer haben keinen dieser Versuche überlebt, obwohl auch hier nicht in allen Fällen der Gefrierpunkt unterschritten wurde. Ähnliche Beobachtungen machten GERMAN (1917) und MATHLEIN (1944). Bei eigenen Versuchen traten schon durch Aufbewahrung bei + 10° große Verluste ein.

Etwa 500 g stark befallene Bohnen mit Käfern in allen Entwicklungsstadien blieben fünf Monate lang im Kühlraum bei + 8 bis + 10°. Nachher konnten nur noch zwei lebende Imagines gefunden werden. Von den älteren Larven und Puppen, die nach Aufspalten der Samen untersucht wurden,

lebten noch 9 %. Die Primärlarven können sogar schon unterhalb 12° nicht bestehen, wie schon dargelegt wurde.

Die Todesursache bei solchen milden Temperaturen besteht wohl in einer Störung der physiologischen Vorgänge, vielleicht auch in dem Wasserverlust durch Austrocknung, der wegen der Kältestarre nicht mit Nahrungsaufnahme ausgeglichen werden kann. Das Temperaturintervall, in welchem der Speisebohnenkäfer inaktiv, aber ohne Schaden zu nehmen, längere Zeit überdauern kann, ist nur ganz klein. Wie oben gezeigt wurde, sind Temperaturen unter 10° über einige Monate hin schädlich; oberhalb 12° sind die Imagines aber schon zum Kriechen, Kopulieren und Eierlegen fähig, und die untere Grenze für die Larvenentwicklung liegt bei 15–16°, wie im folgenden gezeigt wird.

Um das Verhalten der Larven im Innern der Samen beobachten zu können, wurden die Käfer in dünnen, zwischen Objektträgern eingeschlossenen Scheiben gezüchtet. Diese Zuchten wurden auf der Kühlschiene niedrigen Temperaturen ausgesetzt. Es ist nun nicht einfach, die Temperatur festzulegen, bei welcher die Bewegungen der Larven in den Bohnen wirklich aufhören. Auch in der Wärme wechseln Ruhepausen ab mit Zeiten, wo die Larven sich lebhaft bewegen und fressen. In der Kälte werden nun nicht nur die Bewegungen langsamer, sondern auch die Ruhepausen immer länger. Wenn also eine Larve sich längere Zeit nicht bewegt, so bedeutet das noch nicht, daß sie vollkommen gehemmt ist. Darum wurde bei jeder Kontrolle nur die Stellung der Larve genau vermerkt. Als wirkliche untere Grenze für die Bewegung der Larven wird die Temperatur angesehen, bei welcher deren Stellung 24 Stunden lang unverändert blieb. Das ist bei 14° der Fall, und es ist unwahrscheinlich, daß dann noch eine Entwicklung möglich ist.

Bei 16° können Käfer sich noch entwickeln; die großen Verluste lassen aber darauf schließen, daß hier wirklich die Grenze fast erreicht ist. Tabelle 5

Tabelle 5

Entwicklung der Käfer bei 16°

Relative Luftfeuchtigkeit %	Entwicklungsdauer Tage M	W	Aus 100 Eiern zur Entwicklung gelangte Käfer
30	160,0	161,0	3
40	161,5	161,7	17
50[1]			
60	121,7	125,1	37
70	116,2	117,4	64
80	111,7	114,9	43
90	110,5	112,4	25
100	112,2	116,0	11

[1] Die Zucht bei 50 % ist aus technischen Gründen mißlungen

enthält die Ergebnisse dieser Zuchtversuche. Weil der Anteil der zur Entwicklung gelangten Käfer sehr gering ist, dürften die Zahlen ungenau sein. Sie sollen nur zeigen, daß die Larvenentwicklung bei solcher Temperatur schon stark behindert ist; ihre absolute Grenze dürfte unmittelbar darunter liegen.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, daß der Speisebohnenkäfer physiologisch gar nicht darauf eingerichtet ist, einige Monate in Kältestarre und Inaktivität zu überdauern. Das unterscheidet ihn grundsätzlich von den in Deutschland heimischen Bruchiden und ebenso von den meisten anderen hiesigen Insekten. Eier und Primärlarven sterben offenbar immer nach einiger Zeit, wenn sie sich nicht weiter entwickeln können. Nur ältere Larven, Puppen und Imagines können zwischen 10° und 15° längere Zeit mehr oder weniger untätig überdauern, obwohl auch hier erhebliche Verluste eintreten. Nun vermeidet man es ja, die Bohnensaat ungeschützt liegen zu lassen. Auch eine Schädlingsbekämpfung durch Kälte, wie sie Feytaud (1926b) vorschlägt, kommt kaum in Frage, weil die Saat nicht nur durch Frost geschädigt werden kann, sondern über 0° auch stets durch die mit der Kälte verbundene Feuchtigkeit gefährdet ist. Der Speisebohnenkäfer wird also vor der Winterkälte geschützt, weil seine Wirtspflanze ebenso empfindlich ist wie er.

IV. Dem Freilandauftreten förderliche Eigenschaften des Käfers

1. Langlebigkeit der Imagines im Freien

Die bisher bekannte Lebenszeit des Speisebohnenkäfers als Vorratsschädling beträgt 15–20 Tage. Dabei leben die Tiere nach Zacher (1929) und Zaazou (1948a) von ihrem Fettgewebe. Im Freien müssen sie aber die ganze Zeitspanne von der Aussaat bis zum Reifen der Hülsen überdauern. Wie schon erwähnt wurde, beträgt diese 80–140 Tage.

Wirklich kann der Speisebohnenkäfer so lange und sogar noch wesentlich länger leben und fortpflanzungsfähig bleiben, wenn er Nahrung bekommt

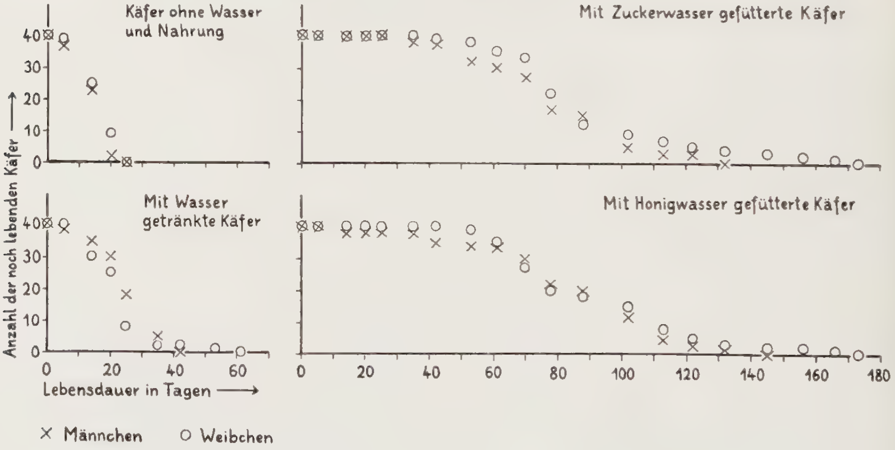


Abb. 13. Bedeutung von Wasser und Nahrung für die Lebensdauer ungepaarter Käfer

und nicht zu trocken gehalten wird. Das haben schon Larson & Fisher (1938) und Zaazou (1948a) gezeigt, und die nachfolgend beschriebenen eigenen Versuche brachten dasselbe Ergebnis. Die hier gefundenen Ergebnisse können allerdings nicht genau mit denen jener übereinstimmen, weil die Auswertung hier anders vorgenomen wird; auch waren die äußeren Bedingun-

gen verschieden und werden leider nicht vollständig angegeben. Doch haben schon Headlee (1917) und Zaazou (1948a) festgestellt, daß Temperatur und Feuchtigkeit während der Larvenentwicklung und im Imaginalstadium die Lebensdauer beeinflussen, und nach den eigenen Zuchterfahrungen kann das bestätigt werden. Alle Arbeiten zeigen aber übereinstimmend, daß die Käfer bei geeigneter Ernährung sehr lange zu leben vermögen.

Je 40 frischgeschlüpfte Männchen und Weibchen kamen getrennt in Gläser und wurden mit destilliertem Wasser, Zuckerwasser und verdünntem Honig gefüttert; eine vierte Gruppe blieb ohne Wasser und Nahrung. In Abständen von 5–10 Tagen wurden die toten Käfer herausgenommen und gezählt. Um die Sterblichkeit zu verdeutlichen, ist in Abb. 13 bei jedem Kontrolltag in der Ordinate die Anzahl der noch lebenden Käfer dargestellt. Man erkennt, daß die meisten innerhalb einer ziemlich kurzen Zeitspanne sterben, während einige wenige noch fast doppelt so lange leben. Es ist also unzweckmäßig, solche Höchstwerte anzugeben; ebenso wäre die Berechnung des arithmetischen Mittels, die Larson & Fisher (1938) und Zaazou (1948a) vorgenommen haben, recht willkürlich. Sinnvoller und repräsentativer erscheint die Angabe der Zeit, nach welcher die Hälfte der eingesetzten Käfer tot ist. Sie kann nach der graphischen Darstellung leicht geschätzt werden und beträgt bei:

	M	W
Käfern ohne Wasser und Nahrung	15	17 Tage
Mit Wasser getränkten Käfern	24	21 Tage
Mit Zuckerwasser gefütterten Käfern	77	80 Tage
Mit Honigwasser gefütterten Käfern	84	82 Tage

Wasser allein verlängert das Leben der Käfer also nur wenig; entscheidend ist offenbar die Versorgung mit Kohlehydraten. Dabei ist der Wasserbedarf immer gedeckt, weil die Käfer ja nur Flüssigkeit aufnehmen. Die Lebensdauer der Geschlechter ist hier nicht so verschieden wie bei Zaazou (1948a).

Schon unter den Bedingungen dieses Versuchs erreichten die gefütterten Käfer das erforderliche Mindestalter. Im Freien ist es zudem an vielen Sommertagen und jedenfalls in den Nächten wesentlich kühler, so daß die Käfer dort weniger beansprucht werden. Danach ist ohne weiteres verständlich, daß die Mehrheit der Imagines im Freien ein Alter von über 100 Tagen erreichen kann. Außerdem wurde der Versuch mit Tieren aus einer nicht sehr sorgfältig behandelten Vorratszucht durchgeführt. Gute Entwicklungsbedingungen können die Leistungsfähigkeit der Käfer aber wesentlich erhöhen, wie die Erfahrungen mit Laboratoriumszuchten lehrten. Genau wie im Freien sahen die Käfer auch bei diesen Fütterungsversuchen bis kurz vor dem Tode vollkommen gesund aus.

2. Erhaltung der Fortpflanzungsfähigkeit über lange Zeit

Auf dem Speicher kopulieren die Käfer bald nach dem Ausschlüpfen und können ihre Eier sogleich an die Samen ablegen. Im Freien dauert es aber mindestens drei Monate, bis reifende Hülsen da sind. Das Fortpflanzungsgeschäft kann offenbar hinausgezögert werden, wenn keine Bohnen vorhanden sind.

Um das zu prüfen, wurde ein Fütterungsversuch mit gepaarten Käfern gemacht. Je 50 frisch geschlüpfte Männchen und Weibchen wurden zusammen in Gläsern gehalten. In zwei Gläsern blieben sie ohne Wasser und Nahrung; in eines davon wurden von vornherein Bohnensamen gelegt. Zwei andere Gruppen wurden mit Honigwasser gefüttert; eine blieb ganz ohne Bohnen, während bei der anderen nach 40 Tagen Samen hinzugelegt wurden. Die Auswertung kann etwas ungenau sein, weil das Geschlecht wohl bei

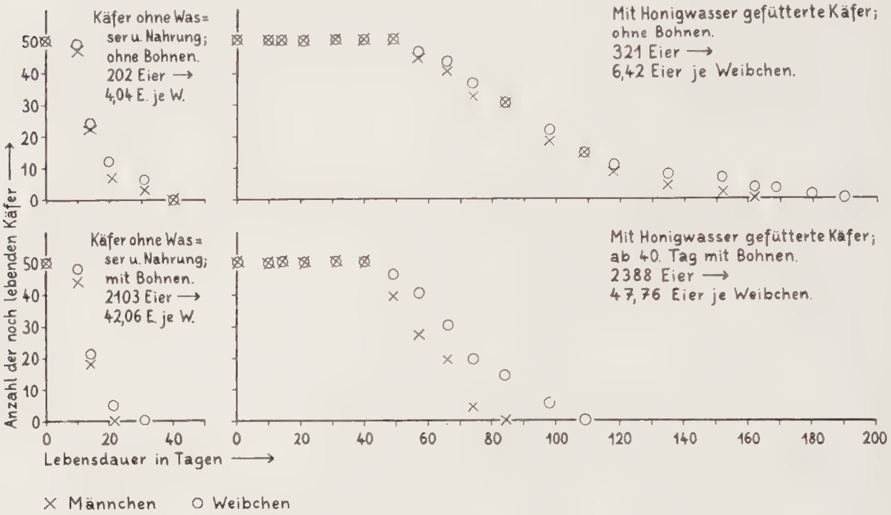


Abb. 14. Lebensdauer von gepaarten Käfern und Abhängigkeit der Eiablage vom Vorhandensein der Bohnen

jungen, aber nicht mehr bei alten Käfern sicher erkennbar ist. Die Bestimmung ist aber durchaus nicht unmöglich, wie Larson & Fisher (1938) meinen Neben der Krümmung des Pygidiums und der Ausrandung des letzten Sternites beim Männchen (Zacher 1930) helfen dem Geübten auch gewisse Unterschiede in Färbung und Körperhaltung. In Abb. 14 ist bei jedem Kontrolltag in der Ordinate die Anzahl der noch lebenden Käfer dargestellt. Außerdem sind die Eierzahlen angegeben. Wenn wieder die Lebensdauer bis zum Verlust der halben Käferzahl gerechnet wird, so erhält man bei:

	M	W	
Käfern ohne Wasser und Nahrung			
ohne Bohnen	14	15	Tage
mit Bohnen	13	14	Tage
Mit Honigwasser gefütterten Käfern			
ohne Bohnen	86	90	Tage
ab 40. Tag mit Bohnen	60	70	Tage

Man sieht, daß die Lebensdauer der Käfer ohne Bohnen ungefähr übereinstimmt mit der der entsprechenden Gruppen im Fütterungsversuch mit ungepaarten Käfern. Das Zusammenleben der Geschlechter hat demnach keinen großen Einfluß. Die wenigen Eier stammen offenbar aus Notablagen.

Wo Bohnen vorhanden waren, haben die nicht gefütterten Käfer sofort kopuliert und Eier gelegt; hier war die Situation die gleiche wie im Vorratslager. Auch die gefütterten Käfer haben kopuliert und Eier gelegt, sobald der Anreiz dazu durch Bohnen gegeben war; so geschieht es im Freien auch nach entsprechend längerer Zeit.

Es ist nicht ohne weiteres verständlich, wie die Eiablage sowohl bald nach dem Schlüpfen als auch nach einer Wartezeit von über 100 Tagen im Freien erfolgen kann. Hierfür sind mehrere Erklärungen denkbar:

a. Die Eier sind im Leib der Weibchen schon frühzeitig entwickelt und bleiben darin liegen, bis der Anlaß zur Ablage gegeben ist. Es ist nach allgemeiner Erfahrung allerdings unwahrscheinlich, daß vollentwickelte Eier so lange im Körper behalten werden.

b. Zu den anfangs vorhandenen werden laufend neue Eier gebildet; der Überschuß wird durch Notablage beseitigt. In diesem Fall müßte man erwarten, daß die Eierzahl später größer ist als am Anfang. Der Versuch läßt hierüber keine Schlüsse zu, weil die verwendeten Käfer nicht sorgfältig genug gezüchtet wurden. Bei *Bruchus quadrimaculatus* Fab. haben Larson & Fisher (1938) jedenfalls gezeigt, daß die Zahl der Eier bei Ernährung wesentlich höher wird.

c. Es werden ständig neue Eier gebildet, während die älteren wieder abgebaut und resorbiert werden. Hierfür könnte die Beobachtung sprechen, daß die Käfer oft leere und eingefallene Eihüllen ablegen. Das kann aber auch an den Aufzuchtbedingungen liegen; es wurde nicht verfolgt, unter welchen Umständen solche Eier gehäuft auftreten.

d. Es werden überhaupt erst Eizellen aus dem Ovarium zu Eiern entwickelt, wenn von außen her der Anreiz dazu gegeben wird. Der Aufbau erfolgt dann kurzfristig aus der Substanz des Fettkörpers, später vielleicht unter Zuhilfenahme von Nahrungsstoffen. Diese Deutung ist nach den bisherigen Beobachtungen die wahrscheinlichste.

Jedenfalls ist ein derartiger Wechsel im biologischen und physiologischen Verhalten ein seltener Fall unter den Insekten. Ähnliches gibt es noch bei einigen Vorratsschädlingen (Andersen 1936). Es wäre wohl lohnend, eine Klärung dieses Problems durch systematische anatomische und histologische Untersuchungen herbeizuführen.

Der Fütterungsversuch beweist auch, daß die Fortpflanzungstätigkeit erst durch die Bohnen ausgelöst wird. Die Vermutung liegt nahe, daß hier ein Duft wirksam ist, wie auch die Käfer im Freien offenbar von einem Duft der reifenden Bohnen angelockt werden (Zachariae 1958). Der folgende Versuch macht das wahrscheinlich.

In 5 Petrischalen wurden je 20 frisch geschlüpfte Männchen und Weibchen gesetzt. Die Schalen blieben im Dunkeln, um eine Orientierung der Käfer mit den Augen auszuschließen. Die Schalen waren wie unten beschrieben eingerichtet; nach entsprechender Zeit wurden Zahl und Verteilung der Eier in jeder einzelnen festgestellt.

a. 60 trockene Bohnenkerne liegen in einer geschlossenen Schicht.

1033 Eier sind an den Samen und an der Glaswand abgelegt. Auf jede Bohne kommen demnach 1,67 % der Gesamtzahl an Eiern.

b. 57 unlackierte Buchenholzkugeln liegen in einer geschlossenen Schicht. Die Kugeln haben 10 mm Durchmesser und damit ungefähr die gleiche Größenordnung wie die Bohnen.

149 Eier sind verstreut an die Holzkugeln oder an die Glaswand abgelegt; das sind 1,75 % je Kugel.

c. Zwischen 52 Holzkugeln liegen 5 Bohnenkerne.

Von 673 Eiern sind 482 an den Bohnen, die übrigen zwischen den Kugeln abgelegt. Entsprechend kommen auf jede Bohne 14,32 %, auf jede Kugel nur 0,55 % aller Eier.

d. Unter den 57 Holzkugeln befinden sich 5 markierte, die zehn Tage lang zwischen trockenen Bohnen gelegen haben.

Die Verteilung der 166 Eier hat keine Beziehung zu den gezeichneten Kugeln. Es sind darum auch hier 1,75 % je Kugel.

e. Unter den 57 Holzkugeln befinden sich 5 markierte, die zwei Tage lang zwischen feuchten, oft gewechselten Bohnen lagen und mit diesen geschüttelt wurden. Von 250 Eiern sind 63 an den gezeichneten Kugeln, die übrigen an anderen Stellen abgelegt worden. Entsprechend kommen auf jede der gezeichneten Kugeln 5,04 %, auf jede andere 1,44 % aller Eier.

Die Bevorzugung der gezeichneten Kugeln bei e. kann nur dadurch erklärt werden, daß diesen Stoffe von der Oberfläche der Samenschale anhaften und sie darum auch den Bohnenduft besitzen. Von harten, trockenen Bohnen können diese Stoffe offenbar nicht angenommen werden; darum blieb der Versuch d. erfolglos. Ein schwacher Duft kann auch mit der menschlichen Nase wahrgenommen werden, wenn ein luftdichtes Gefäß längere Zeit mit Bohnen gefüllt war.

Reifende Hülsen und welkende Pflanzenteile duften wahrscheinlich viel stärker als trockene Samen. Solche blieben fast unbeachtet, wenn sie draußen in der Nähe der infizierten Versuchsbeete auf Schalen lagen. Obwohl sie dort während des ganzen Sommers lagen und nur bei Regen bedeckt wurden, fanden sich nur ganz wenige Käfer ein. Diese hatten die Samen vielleicht nur wegen der hellen Färbung angeflogen (Zachariae 1958). Eier wurden daran nicht abgelegt. Ähnliches hat Jany (1952) festgestellt. Im Laboratorium dagegen, wo die Käfer ihre Eier zur Not in Holzspalten, an Bücher, Glas, Kunststoffgegenstände usw. ablegen, finden sie offen daliegende Samen sehr bald. Besonders feuchte Samen locken sie stark an, weil sie wohl den gleichen Duft haben wie die welkenden Pflanzenteile.

Der Duft zieht Männchen und Weibchen in gleicher Weise an. Zu Beginn der Reifezeit wurden auf zwei Beeten je 50 Käfer gefangen; davon waren in einem Fall 19, im anderen 23 Männchen. Im Laboratorium wurde eine Schale mit feuchten Bohnen aufgestellt, welche die bei anderen Versuchen entwichenen Käfer bald gefunden hatten. Nach fünf Tagen waren 18 Männchen und 26 Weibchen in der Schale. Das leichte Überwiegen der Weibchen kann Zufall sein. Vielleicht ist es auch darauf zurückzuführen, daß die Weibchen durch das Eiablagegeschäft längere Zeit und enger an die Bohnen gebunden sind als die Männchen, deren Aufgabe mit der Begattung erfüllt ist.

3. Fähigkeit zur Eiablage an geschlossenen Hülsen

Der Speisebohnenkäfer verhält sich bei der Eiablage in wärmeren Ländern anders als für sein Auftreten im Freien in Norddeutschland beschrieben wurde (Zachariae 1958). Razzauti (1917), Skaife (1918 und 1953), Marcucci (1920), Feytaud (1926a), Vassiljev (1935), Larson & Fisher (1938), Canzanelli (1940) und Lefèvre (1950) berichten übereinstimmend, daß die Käfer dort in erster Linie aufgeplatzte Hülsen aufsuchen, in diese hineinkriechen und ihre Eier an die reifen Samen legen. Sind ganz offene Hülsen nicht vorhanden, dann stecken sie ihre Legeröhre in Ritzen und Spalten, die dort fast immer als Folge von Spannungen an den Hülsen entstehen, weil diese wegen der Wärme und Trockenheit sehr schnell ausreifen. Erst wenn auch solche Löcher fehlen, nagen die Käfer selbst welche. Immer aber bevorzugen sie ganz reife Hülsen zur Eiablage; solche stehen in warmen Ländern eher zur Verfügung als in Norddeutschland.

Während der Käfer also in jenen Ländern seine Lebensweise als Vorratsschädling im Freien fortsetzt, zeigt er in Norddeutschland ein Verhalten, wie es bisher nicht bekannt war. Er könnte sich hier nicht regelmäßig im Freien fortpflanzen, wenn er auf ganz ausgereifte Hülsen und gar auf das Vorhandensein von Löchern in diesen angewiesen wäre. Hier müssen die Hülsen nämlich schon im September vorzeitig gepflückt und dann an einem geschützten Ort nachgetrocknet werden, weil sie sonst verfaulen. Vor diesem Zeitpunkt kommen aber keine Hülsen zur Reife, wenn sie, wie erwähnt, zunächst grün geerntet werden. Nur weil der Speisebohnenkäfer auch erst halbreife Hülsen durchbohren und die Eier hineinlegen kann, ist sein Freilandauftreten bei uns möglich.

4. Fähigkeit zur Fortpflanzung an reifen Samen

Wie bereits festgestellt wurde, droht der Bohnenkäferpopulation gewöhnlich keine Gefahr durch Kälte während der Winterlagerung. Wohl aber kann es dort im Herbst und im Frühjahr und in der Wohnstube der Schrebergärtner auch im Winter wesentlich wärmer werden als 15⁰. Dann kommen die Käfer in Bewegung und verbrauchen dabei die Substanz des Fettkörpers, und die Larven in den Samen vollenden ihre Entwicklung. Wenn die Käfer sich nun nicht auf dem trockenen Saatgut vermehren könnten, müßte die Population zugrunde gehen — wie das beim Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.) und beim Pferdebohnenkäfer *(Bruchus rufimanus* Bohem.) regelmäßig geschieht. Diese legen ihre Eier bekanntlich niemals an reife Samen. Der Erbsenkäfer ist ohne Reifungsfraß an Erbsenblüten gar nicht fortpflanzungsfähig (Skaife 1926, Zacher 1930 und 1954), und beim Pferdebohnenkäfer haben Crebert (1931) und Müller (1955) festgestellt, daß dieser in trockener Luft so schnell zugrunde geht, daß er gar nicht zur Fortpflanzung kommt. Beide Arten gleichen diesen Mangel aus durch die Fähigkeit zur Überwinterung, welche dem Speisebohnenkäfer fehlt, wie bereits festgestellt wurde. Dieser hat jenen aber voraus, daß er seine Eier auch an reife Samen ablegt und daß er in trockener Luft und ohne Wasser und Nahrung aufgenommen zu haben zur Fortpflanzung schreiten kann. Nur dadurch können im nächsten Jahr wieder Käfer mit der Saat auf das Land kommen. Die Fähigkeiten, welche den Speisebohnenkäfer zum Vorratsschädling machen, ermöglichen also auch erst sein Auftreten im Freiland in Norddeutschland.

So wird auch verständlich, daß strenge Winter wie z. B. der 1946/47 für den Bohnenkäfer nicht so gefährlich sind wie für die einheimischen Insekten. Allerdings ist zu große Wärme am Lagerort durchaus ungünstig. Wenn die Bohnen — wie das bei Schrebergärtnern manchmal geschieht — in der geheizten Stube auf dem Schrank liegen, dann entwickeln sich die Käfer so schnell, daß es bald zu einer Massenvermehrung kommt. Gewöhnlich werden die Käfer dann um die Jahreswende allerorten in der Wohnung lästig. Hat man schließlich die völlig zerfressenen Bohnen als Herd der Plage entdeckt, dann vernichtet man sie meistens und damit auch die Schädlingspopulation. Übrigens sind die bei einer solchen Massenvermehrung entstehenden Käfer nach den Erfahrungen mit Laboratoriumszuchten körperlich wenig leistungsfähig und darum für das Freileben ohnehin kaum geeignet. Zu warme Aufbewahrung ist aber auch schädlich für die Keimkraft der Bohnensaat. Die sachgemäße Lagerung der Bohnen, nämlich trocken und kühl, aber frostfrei, kommt also auch dem Schädling daran zugute.

V. Diskussion

1. Voraussetzungen für das Auftreten im Freiland

Wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde, ist das Freilandauftreten des Speisebohnenkäfers in Norddeutschland nur möglich durch das Zusammentreffen von gewissen Eigenschaften des Käfers mit günstigen äußeren Umständen, welche zum Teil durch die Maßnahmen des Menschen und zum Teil durch die Klimaverhältnisse bedingt sind.

Von den Eigenschaften des Käfers ist die wichtigste, daß die Spanne der möglichen Verhaltensweisen bei diesem Insekt so ungewöhnlich groß ist: es kann einerseits sofort nach dem Schlüpfen wieder zur Fortpflanzung schreiten, ohne Wasser oder Nahrung aufgenommen zu haben, und dabei die Eier einfach außen an die trockenen Samen legen — und andererseits kann es bei geeigneter Ernährung über 100 Tage mit dem Fortpflanzungsgeschäft warten und dann die Eier in halbreife Hülsen legen, die es in mühsamer, aber zweckvoller Arbeit mit den Mundwerkzeugen durchnagt. Auf diese Weise wird in regelmäßigem Wechsel zwischen Freiland und Lagerraum der Lebenszyklus des Käfers geschlossen. *Dieser obligatorische Wechsel ist in der Insektenfauna Deutschlands ein einzig dastehender Fall; in ihm liegt das eigentliche Geheimnis für das Auftreten des klimafremden Tieres in Norddeutschland.* Es ist also nicht richtig, wie Hase (1950, 1952 und 1954) und Zacher (1950) von einer Einbürgerung des Speisebohnenkäfers in Norddeutschland zu sprechen. Eine Freilandentwicklung, welche die Biologische Zentralanstalt (1948) und Zacher (1954) annehmen, findet bei uns niemals statt; auch für das schweizerische Mittelland dürfte die gleiche Vermutung von Horber (1950) kaum zutreffen. Darum besteht auch gar nicht die von Hase (1954) angenommene Gefahr, daß die Käfer draußen untergegraben werden.

Von den genannten äußeren Umständen ist der wichtigste zweifellos die frostfreie Lagerung der Saatbohnen. *Die Unfähigkeit zur Winterruhe und die Notwendigkeit, im Winter als Vorratsschädling weiterzuleben, unterscheiden den Speisebohnenkäfer auch bei Freilandauftreten grundsätzlich von den in Norddeutschland heimischen Insekten.*

Darum sollte man den Speisebohnenkäfer für Norddeutschland nicht als *Freiland*schädling bezeichnen (Hähne 1941, Hase 1950, 1952 und 1954, Horber 1950, Borchert 1951, Bollow 1952, Hahmann 1954 und Zacher 1955). Freilandinsekten kann man gewiß noch solche nennen, die im Schutz menschlicher Behausungen überwintern, um im Frühling ihre Lebenstätigkeiten wieder aufzunehmen. Der Bohnenkäfer aber kann seine Aktivität gar nicht unterbrechen, sondern er setzt sie auf dem Speicher – nur in anderer Weise – fort. *Er führt somit ein Sonderdasein, das überhaupt nur in der Welt der Schädlinge möglich ist.* Schließlich muß betont werden, daß er im Freien nicht schädlich wird. Nach wie vor richtet er nur an den gelagerten Vorräten Schaden an. Er ist also in diesem Sinne auch kein Freiland*schädling.*

2. Hat sich der Speisebohnenkäfer an das norddeutsche Klima angepaßt?

Das merkwürdige plötzliche Auftreten des Bohnenkäfers im Freien glauben Hase (1950, 1952 und 1954) Zacher (1950 und 1955) nur durch Anpassung an hiesige Verhältnisse erklären zu können. *Die Untersuchungen über seine*

Biologie lieferten aber keinen Anhaltspunkt dafür, daß eine solche Anpassung vorliegt. Von den Insekten, die ihr ganzes Leben bei uns im Freien verbringen, unterscheidet sich der Bohnenkäfer grundsätzlich durch folgende Eigenschaften:

a. Er verträgt die Winterkälte und sogar Temperaturen wenig über 0° für längere Zeit nicht.
b. Er kann auch nicht an geschützten Orten in Kältestarre überdauern.
c. Seine Entwicklung findet nur in reifen Samen statt und ist darum zu keiner Jahreszeit im Freien möglich, denn die Bohnen keimen oder verfaulen unter unseren Klimaverhältnissen.
d. Die Klimaansprüche der Imagines sind anders als die der meisten einheimischen Insekten; sie brauchen deutlich mehr Wärme und Trockenheit.

Zum letzten Punkt ist es lehrreich, die Bedürfnisse des Pferdebohnenkäfers *(Bruchus rufimanus* Bohem.) zu betrachten. Dessen Lebenstätigkeiten werden durch hohe Luftfeuchtigkeit gefördert, wie Crebert (1931) und Müller (1955) feststellten. Der Befall an den Pferdebohnen durch diesen Schädling ist in nassen und sonnenscheinarmen Jahren am stärksten. Der Speisebohnenkäferschaden dagegen ist in warmen und trockenen Sommern größer.

Gewiß wäre es nicht ausgeschlossen, daß die hier auftretenden Populationen etwas geringere Temperaturansprüche haben als die in warmen Breiten lebenden, daß sie also in gewissem Maße an das hiesige Klima angepaßt sind. Im Rahmen dieser Arbeit konnte das nicht nachgeprüft werden, doch wäre eine Untersuchung dieser Frage sehr wohl durchführbar. Man müßte hierzu Käfer aus den tropischen Schadgebieten beschaffen und ihr Verhalten mit dem hier im Freien aufgetretenen vergleichen. Die nachweisbaren Differenzen sind allerdings größer als die phänotypischen Abweichungen, die man gewöhnlich bei der Bildung von Rassen annimmt. Für den Fall des Speisebohnenkäfers müssen aber so große Differenzen postuliert werden, wenn sein Auftreten im Freiland in Norddeutschland wirklich mit einer Anpassung zusammenhängt. Das geht aus folgender Überlegung hervor:

Es wurde festgestellt, daß die in Norddeutschland während der warmen Jahreszeit herrschenden Temperaturen nicht die limitierenden Faktoren sind. Entscheidend für den Fortbestand der Population ist nur, ob die Verhältnisse im Lagerraum während des Winters eine Weiterentwicklung zulassen und ob die befallene Saat wieder ausgelegt wird. Im Freiland aber werden die für die Lebensfunktionen erforderlichen Temperaturen weit überschritten. Bei dieser Tatsache ist es kaum vorstellbar, daß winzige Differenzen in den Klimaansprüchen der Tiere bewirkt haben sollen, daß diese innerhalb von 3–4 Jahren die Gärten und Felder Norddeutschlands eroberten. Daß die Ausbreitung so kurzfristig erfolgte, geht aus den Zusammenstellungen der ersten Meldungen von Hase (1950) und Nolte (1955) hervor. Die Unterschiede in den Ansprüchen zwischen tropischen und norddeutschen Populationen müssen also ungewöhnlich groß sein. Diese Forderung macht die Anpassungstheorie sehr unwahrscheinlich, und es fragt sich deshalb, ob sich jene vergleichende Untersuchung überhaupt lohnen würde.

Jene Deutung wird auch zweifelhaft, wenn man sich vor Augen führt, wie es überhaupt zum plötzlichen Auftreten einer angepaßten Population kommen kann. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten:

a. Es liegt eine mutative Änderung in Genotypus vor. Solche Mutationen sind in der Natur bekanntlich sehr selten nachweisbar. Daß die Mutation

in diesem Fall ungewöhnlich große phänotypische Abweichungen zur Folge gehabt haben muß, die innerhalb weniger Jahre ökologisch wirksam wurden, macht diese Deutung nach allgemeiner Erfahrung ganz unwahrscheinlich.

b. Die Art ist stark heterogen zusammengesetzt, und neuerdings ist eine Population eingeschleppt worden, deren Klimaansprüche geringer sind als die der bisher vorhandenen. Hiergegen muß eingewendet werden, daß seit langer Zeit Bohnen aller Provenienzen nach Deutschland importiert worden sind und darum jener Fall schon längst hätte eintreten müssen. Die einzige angepaßte Form kann unmöglich gerade in der Kriegszeit hereingekommen sein, wo die Handelsbeziehungen Deutschlands zum Ausland weitgehend abgebrochen waren.

Es bleibt also die Feststellung, daß der Speisebohnenkäfer sich an unser Klima wahrscheinlich nicht angepaßt hat. Schon ANDERSEN (1936) weist darauf hin, daß eine Anpassung eingeschleppter Insekten an die fremde Umgebung fast nie stattfindet. Für das plötzliche Auftreten des Bohnenkäfers in Norddeutschland müssen andere Gründe verantwortlich sein.

3. Ursachen des plötzlichen Freilandauftretens

Ein Freilandauftreten des Speisebohnenkäfers war hier grundsätzlich auch früher möglich; das beweisen gelegentliche Beobachtungen in Mittel- und Osteuropa, so 1918 bei Wien (TSCHERMAK 1921), 1929 in Holland (ZACHER 1930) und in der Schweiz (FAES 1930), 1931 in Deutschland bei Eisleben (ZACHER 1932), 1935 in Abkhasien östlich vom Schwarzen Meer (VASSILJEV 1935) und 1939 in Deutschland bei Aschersleben und Quedlinburg (HÄHNE 1941). Diese vereinzelten Meldungen sind bisher nur wenig beachtet worden. Nach dem Krieg häuften sich aber plötzlich die Nachrichten über das Freilandauftreten des Käfers (HASE 1950 und NOLTE 1955). Auch aus Polen liegt zur gleichen Zeit eine Meldung vor (RUSKOWSKI 1946).

In dieser Arbeit wurde gezeigt, daß eine Anpassung des Käfers an hiesige Verhältnisse nicht vorliegt. Dann kann das merkwürdig plötzliche Zunehmen der Schadensfälle nur durch eine Änderung der äußeren Umstände erklärt werden. Solche ergaben sich aus der wirtschaftlichen Notlage während der Kriegs- und Nachkriegsjahre:

a. Um der Lebensmittelknappheit zu begegnen, wurden in jenen Jahren nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch allerorten in Kleingärten in verstärktem Umfang Bohnen angebaut. Das begünstigte die Verbreitung des Bohnenkäfers über Gärten und Felder.

b. Der stärkere Verbrauch von Hülsenfrüchten brachte es mit sich, daß Bohnen auch in größerem Umfang gelagert wurden. Weil das nicht immer sachgemäß geschah und für Bekämpfungsmaßnahmen Material und Arbeitskräfte fehlten, konnte sich der Bohnenkäfer als Vorratsschädling stark ausbreiten. Damit war vielfach auch die Voraussetzung für einen Freilandbefall gegeben.

c. Während des Krieges sind vom Balkan, aus Italien und Südfrankreich Bohnen importiert und auch von deutschen Soldaten nach Hause geschickt worden. Weil der Käfer dort seit langem verbreitet ist, dürften diese Sendungen oft befallen gewesen sein. Solche Bohnen hat man in Deutschland vielfach zur Aussaat benutzt.

d. In den Nachkriegsjahren sind aus den USA größere Posten alten Saatgutes eingeführt worden, die vom Speisebohnenkäfer befallen waren. In Hamburg kamen z. B. befallene „Canadian Wonder Beans“ aus den USA in den Handel. Auch diese sind in Schrebergärten oft ausgesät worden.

Weil alle diese Umstände vor dem Kriege nicht gegeben waren, dürfte durch sie das plötzliche Auftreten des Schädlings im Freien hinreichend erklärt sein. Außerdem haben, wie schon erwähnt, die günstigen Klimabedingungen im Sommer 1947 und im Herbst 1949 zur Verbreitung des Käfers beigetragen.

Möglicherweise hat sich etwas Ähnliches nach dem ersten Weltkrieg in Frankreich abgespielt, wie man nach dem Bericht von Feytaud (1926a) vermuten kann. Leider wird darin nicht genau angegeben, ob es sich damals in Mittelfrankreich um Vorrats- oder Freilandbefall handelte.

Bezeichnenderweise wird seit 1950 kein weiterer Schaden durch Freilandbefall in der Literatur erwähnt, weil die Verhältnisse sich eben wieder normalisiert haben. In den Kleingärten ist der Bohnenanbau zurückgegangen, und anstatt selbstgeernteter Samen verwendet man wieder käufliches Markensaatgut. In Hamburg kam zuletzt im Dezember 1956 eine Befallsmeldung mit einer Ernteprobe aus einem Schrebergarten, und wirklich war hier noch eigene Saat verwendet worden. Wenn aber keine verkäferte Saat mehr benutzt wird, besteht die Gefahr eines Freilandbefalls kaum noch. *Es kann darum mit Sicherheit gesagt werden, daß der Schädling sich unter normalen Wirtschaftsverhältnissen nicht weiter ausbreiten wird und die Schäden durch Freilandbefall nicht mehr zunehmen werden. Der Speisebohnenkäfer hat sich bei uns nicht einbürgern können.*

ANHANG:

VI. Ist der Speisebohnenkäfer ein tropisches oder subtropisches Insekt?

Das Freilandauftreten des Käfers in Norddeutschland war darum so erstaunlich, weil er bisher als ein stark wärmebedürftiges Tier tropischer oder subtropischer Herkunft galt. Nachdem in dieser Arbeit gezeigt wurde, daß eine Anpassung an hiesige Verhältnisse nicht gegeben ist, liegt es nahe, auch die Ansichten über die Herkunft des Käfers einer Kritik zu unterziehen. Folgende Gründe sprachen dafür, daß der Käfer aus einem sehr heißen Land stammt:

1. Das Optimum für die Larvenentwicklung bei 27–31° und 80–90% Relativer Luftfeuchtigkeit.
2. Die Vorzugstemperatur von 35,41°.
3. Die scheinbare Bevorzugung mikroklimatisch günstiger Stellen.
4. Die meisten Vermutungen über die Heimat des Käfers.

Nach den eigenen Untersuchungen und dem Studium der Literatur müssen diese Punkte jedoch alle berichtigt werden.

1. Zuchtversuche

Zahlreiche Autoren (Lipman 1916, Headlee 1917 und 1921, Razzauti 1917, Marucci 1920, Feytaud 1926a, Daviault 1928, Zacher 1930, Menusan 1934, 1935 und 1936, Herford 1935, Larson & Fisher 1938, Canzanelli

1940, Biologische Zentralanstalt 1948, Zaazou 1948a und 1948b, Horber 1950, Zacher 1954 und andere) geben als Optimum für die Larvenentwicklung Temperaturen von 27—31° und Luftfeuchten von 80–90 % an, und viele schließen daraus, daß der Bohnenkäfer aus einem Gebiet mit feuchtheißem Klima stammen muß. Als optimal wurden dabei die Verhältnisse angesehen, unter welchen die Entwicklung am schnellsten verläuft.

Es fragt sich nun, ob man damit wirklich die Bedingungen erfaßt, die für den Fortbestand der Population am günstigsten sind und an welche das Tier angepaßt ist. Nicht bei jeder Art muß eine schnelle Entwicklung biologische Notwendigkeit sein. Körpergröße, Lebensdauer, Vermehrungsziffer usw. könnten für die Erhaltung der Population wesentlicher sein, und es muß geprüft werden, ob diese auch dann ihr Optimum erreichen, wenn die Entwicklung am schnellsten verläuft.

Hierfür wurden Zuchtversuche durchgeführt bei 16, 20, 24, 26, 28 und 30° und in jeder Temperaturstufe bei 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 und 100 % Relativer Feuchtigkeit. Bei jeder Zucht wurden anfangs 100 Eier eingesetzt; verschiedene Serien sind noch einmal wiederholt worden und lieferten dann innerhalb gewisser Fehlergrenzen gleiche Ergebnisse. Zu ähnlichen, wenn auch nicht ganz übereinstimmenden Resultaten kommt Headlee (1917). In der Auswertung wurden berücksichtigt: Entwicklungsgeschwindigkeit, Prozentsatz der geschlüpften Käfer, Zahlenverhältnis der Geschlechter, Körpergewicht und -länge, Eierzahl, Fertilität der Eier und Lebensdauer unbegatteter Tiere. Allerdings ist die eigentliche Körperlänge wegen der unterschiedlichen Haltung von Kopf und Abdomen nicht genau zu bestimmen; darum wurde als gutes Vergleichsmaß die Länge der Flügeldecken gewählt.

Es lohnt nicht, die Ergebnisse aus allen Versuchen zu beschreiben. Hier soll nur an Beispielen gezeigt werden, welche Schwierigkeiten bei der kritischen Auswertung entstehen, wieviel Willkür nötig ist, damit überhaupt vergleichbare Zahlenwerte gewonnen werden und wie unsicher darum alle Schlüsse sind, die nachher auf die Ökologie des Tieres gezogen werden.

Als Entwicklungsdauer eines Käfers gilt die Zeit von der Ablage des Eies bis zum Schlüpfen der Imago. Unter denselben Zuchtbedingungen ist sie nicht bei allen Tieren gleich. Stellt man die Zahl der täglich geschlüpften Käfer und die zugehörigen Entwicklungszeiten graphisch dar, so erhält man bei mittleren Temperaturen und Luftfeuchten eingipfelige Kurven, die wegen einiger Nachzügler am Ende flach auslaufen (Abb. 15b). Der Abszissenwert des Gipfels und das arithmetische Mittel aus allen Zeiten fallen hier praktisch zusammen. Wie bei vielen Insekten entwickeln die Männchen sich etwas schneller als die Weibchen. Die Durchschnittswerte von Körpergewicht und Elytrenlänge der täglich geschlüpften Käfer sinken während der ganzen Periode nur wenig ab; nur die Nachzügler sind erheblich kleiner.

Unter extremen Bedingungen wird das Bild anders. Bei sehr trocken gehaltenen Zuchten steigt die Zahl der täglich geschlüpften Käfer am Ende wieder an. Diese Tiere sind wesentlich kleiner und leichter als die ersten (Abb. 15a). Wenn die Schlüpfperiode vorüber ist, findet man nach Öffnen der Bohnen noch zahlreich lebende, aber sehr kleine und schwächliche Käfer, die offenbar die Samenschale nicht durchnagen konnten und sonst drinnen gestorben wären. Der Mittelwert aus allen Entwicklungszeiten entspricht hier nicht mehr dem Gipfelwert.

In sehr feucht gehaltenen Zuchten dagegen bricht die Kurve kurz hinter dem Gipfel ab, oder ein solcher ist gar nicht ausgebildet. Bis dahin nehmen

Körpergewicht und Elytrenlänge auch hier auffällig ab (Abb. 15c). In den Bohnen findet man danach kaum mehr Imagines, wohl aber einige auf früheren Stadien abgestorbene Tiere.

In den Versuchsserien aus anderen Temperaturen ändern sich die Verhältnisse noch mehr. In der Kälte wird das Schlüpfen auf immer längere Zeiträume verschleppt, während die Periode in der Wärme kürzer wird. Der zweite Anstieg der Schlüpffrequenz ist bei niedrigen Temperaturen ausgeprägter. Auch die Zahl der Käfer erhöht sich, die gar nicht mehr aus den

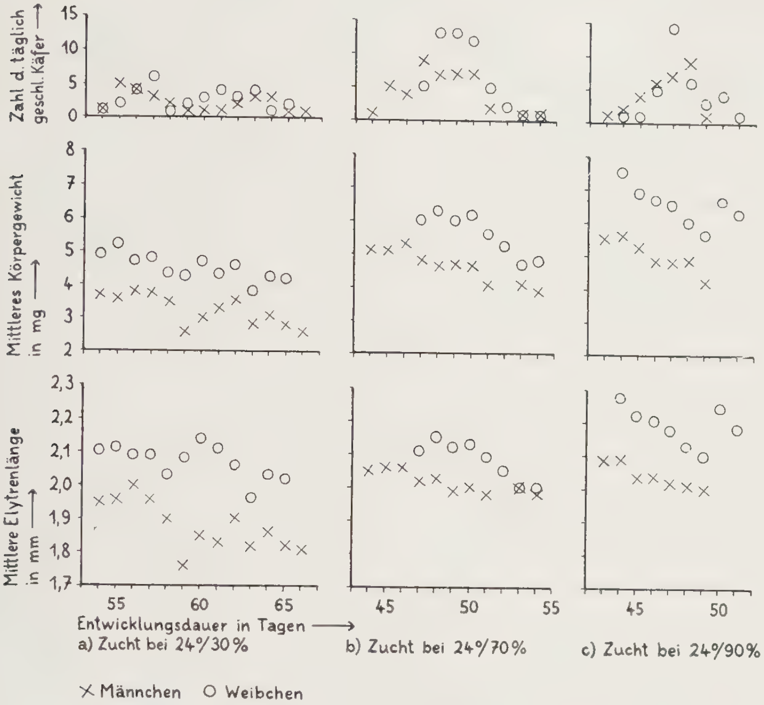


Abb. 15. Entwicklung der Käfer bei 24° C

Bohnen herauskommen, bis sich bei 16°/30 % nur noch 3 % aller Eier zu schlüpffähigen Imagines entwickeln. Bei höheren Temperaturen treten die Störungen zuerst in feuchten Bereichen hervor. Während sich bei 20° noch unter Dampfsättigung Käfer entwickeln können, ist das bei 24° nur bis 90 % und bei 30° sogar nur bis 80 % Luftfeuchte möglich. Aber auch in sehr kühl und feucht gehaltenen Zuchten und unter extrem warmen und trockenen Verhältnissen kommen viel weniger Käfer zur Entwicklung als bei mittleren Bedingungen. Körpergewicht und Elytrenlänge nehmen stets während der Schlüpfperiode ab. Unter extrem trockenen und feuchten Bedingungen ist dieser Abfall deutlicher als bei mittleren Luftfeuchten; außerdem wird er bei höheren Temperaturen stärker. Dann wird also auch die durchschnittliche Größe geringer. Kleine Käfer sind aber wie jene Nachzügler weniger leistungsfähig; darauf wird weiter unten noch einmal zurückzukommen sein.

Es läge nun nahe, die Entwicklungsdauer bis zum ersten Gipfelpunkt der Schlüpfkurve zu rechnen, weil damit ein wirklich natürlicher Wert gewon-

nen wird. Dieser Gipfel ist aber nicht deutlich sichtbar, wenn die Kurve sehr flach verläuft oder nur wenige Tiere zur Entwicklung kommen, und bei sehr warmen und feuchten Zuchten scheint sie sogar vor einem wirklichen Gipfel abzubrechen. Darum wurde immer das Mittel aus allen gefundenen Zeiten berechnet, und auch die anderen in der Auswertung berücksichtigten Daten sind Mittelwerte von allen Tieren der betreffenden Zucht. Diese Werte sind also in wechselndem Maße willkürlich, und nach dem oben Gesagten erscheint es schwierig, überhaupt „natürliche“ Zahlen zu finden. Daraus wird z. B. verständlich, daß die Entwicklungszeiten von Zuchten aus extremen Verhältnissen nicht der Wärmesummenregel folgen – wenn dies nicht auch noch andere Gründe hat (siehe die Darstellung von FRIEDERICHS 1930). Weder der in dieser Arbeit experimentell ermittelte Entwicklungsnullpunkt von 15° noch ein anderer geben befriedigende Übereinstimmung.

Wohl aber genügen die Mittelwerte für die folgenden Überlegungen, wo es nur auf die Maxima der verschiedenen Funktionen ankommt. Die Entwicklungsdauer war stets bei 80 % Luftfeuchte am kürzesten; den niedrigsten Wert hatte sie bei 30°. Auch der Prozentsatz der entwickelten Käfer war in der Wärme, bei 28°/60 %, am höchsten. Dagegen wurden die Käfer unter kühlen Bedingungen größer; das größte Gewicht erreichten sie bei 16°/70 bis 90 %, die größte Länge bei 16°/40–60 %. Die schwersten Käfer lebten auch als unbegattete am längsten. Die meisten Eier je Paar und die höchste Fertilität der Eier wurden bei 20°/60–70 % erreicht.

Die Maxima der verschiedenen Funktionen liegen also weit auseinander, und darum kann die Entwicklungsdauer allein kein Kriterium für optimale Bedingungen sein. Eher dürften schon eine große Eiproduktion und eine hohe Fertilität der Eier Bedingungen anzeigen, die für den Stoffwechsel besonders günstig sind. Der höchste Prozentsatz zur Entwicklung gelangter Käfer erscheint weniger entscheidend, wenn darunter schon sehr viele unterentwickelte und kaum lebens- und fortpflanzungsfähige Tiere sind. Der Anteil solcher Tiere, die, wie oben erwähnt, besonders am Ende der Schlüpfperiode auftreten und zum Teil gar nicht mehr ausschlüpfen können, erscheint als weiteres wichtiges Kriterium. Diese Käfer zeigen genau wie die unterernährten und darum klein gebliebenen Käfer aus übervölkerten Massenzuchten und wie verhungernde und vertrocknende Käfer die schon früher erwähnten charakteristischen Mangelerscheinungen. Die Störungen wirken sich schon beim Schlüpfen aus; der Deckel in der Samenschale wird nicht mehr als sauberer Kreis, sondern in unregelmäßiger Form und oft zu klein ausgeschnitten. Von optimalen Bedingungen wird man dann sprechen, wenn die Zahl solcher kranker Käfer gering ist. Das war wieder bei mittleren Bedingungen von 20–24°/60–80 % der Fall.

Einen weiteren Hinweis liefert die Beobachtung, daß die Dichte der Bohnen und dementsprechend deren stoffliche Zusammensetzung von den Luftindices abhängt. Die Abb. 16 zeigt die Werte einer Serie als Beispiel. In allen Temperaturstufen ist die Dichtezahl der Bohnen bei 30 % am größten, bei Dampfsättigung am kleinsten. Dazwischen geht die Kurve durch ein Minimum und ein Maximum. Das letztere liegt stets bei 60–70 % und erreicht bei 20—24° die höchsten Werte. Die mikroskopische Untersuchung der Bohnen legt dafür folgende Erklärung nahe: Bei 30 % sind Zellwände und Zellinhalt ganz entquollen und darum am dichtesten gefügt; da alle Substanzen spezifisch schwerer sind als Wasser, muß die Dichte hier größer sein als unter Dampfsättigung, wo die Samen reichlich Wasser enthalten und zudem mehr

Volumen haben. Bei zunehmender Feuchtigkeit quellen nun anscheinend die Zellwände zunächst schneller als die Stärke und das wenige Plasma. Dadurch entstehen lufterfüllte Hohlräume, die wieder aufgefüllt werden, wenn auch die Zellinhalte stärker quellen. So erklärt sich das Absinken und Wiederansteigen der Dichtezahlen. Das Maximum der Dichte entspricht damit dem optimalen Gehalt an Wasser und Eiweißen; unter anderen Bedingungen wird stets eines von beiden weniger. Beide Stoffe sind aber im Gegensatz zur Stärke nur beschränkt vorhanden.

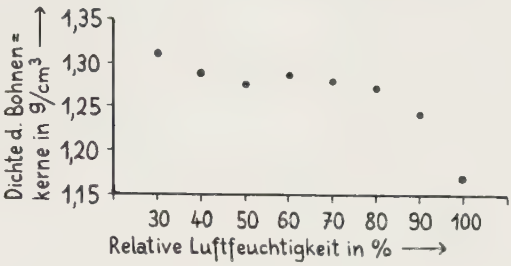


Abb. 16. Dichte der Bohnenkerne in den Zuchtversuchen bei 20° C

Auf Grund aller dieser Feststellungen wird angenommen, daß ein mittlerer Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich von 20–24°/60–80 % das natürliche Optimum für die Larvenentwicklung darstellt, sofern man von einem solchen überhaupt sprechen kann. Jedenfalls ist die Entwicklungsdauer allein kein Kriterium für optimale Bedingungen.

2. Versuche mit Temperaturorgeln

Die Vorzugstemperatur von 35,41° wurde von Herter (1942/43) ermittelt. Sie lag höher als bei den meisten anderen Vorratsschädlingen und wurde vorwiegend von wirklich tropischen Tieren überboten, die bei uns nicht im Freien leben können. Zieht man hieraus Schlüsse auf die Heimat des Käfers, so gerät man in Widerspruch zu den in Norddeutschland gemachten Erfahrungen. Es erscheint aber fraglich, ob solche Rückschlüsse zulässig sind, wie folgende Überlegungen zeigen:

a. Die Freilandbeobachtungen (Zachariae 1958) haben bewiesen, daß das Verhalten der Käfer von der Luftfeuchte beeinflußt wird. Für andere Insekten ist die Wirkung der herrschenden Luftfeuchte auf die Vorzugstemperatur experimentell nachgewiesen worden (Gunn 1934, Gunn & Cosway 1938, van Heerdt 1950, Leclercq 1947, Lindroth 1949, Wellington 1949, Jakovlev & Krüger 1954a und 1954b). Ähnliche Verhältnisse sind auch beim Bohnenkäfer zu vermuten, wie weiter unten gezeigt wird. In der von Herter benutzten Temperaturorgel sind aber immer Temperatur- und Feuchtigkeitsgefälle gleichzeitig vorhanden, und es läßt sich nicht entscheiden, ob die Tiere wirklich nur auf die Temperatur reagieren.

b. Nach den Erfahrungen im Laboratorium hängt das Verhalten der Käfer stark von Aufzuchtbedingungen, Alter, Wassergehalt und Ernährungszustand ab. Die von Herter verwendeten Bohnenkäfer stammten aus einer Wohnung und können nicht einfach mit freilebenden verglichen werden. An anderen Objekten wurde schon bewiesen, daß jene Faktoren die Vorzugstemperatur verändern (Herter 1923 und 1953, Bodenheimer & Schenkin 1928, Tauchert 1929, Gunn 1934, Campbell 1937, Leclercq

1947, Lindroth 1949, van Heerdt 1950, Jakovlev & Krüger 1954b, Schmidt 1956).

c. Jener Vorzugstemperaturwert für den Bohnenkäfer ist nur an zwei Tieren ermittelt worden (s. auch Herter 1953) und darum trotz vieler Ablesungen nicht statistisch gesichert. Wie wichtig es ist, hierbei individuelle Unterschiede zu beachten, haben Jakovlev & Krüger (1954b) und Schmidt (1956) gezeigt.

d. Es ist gar nicht sicher, ob die gewöhnlich angegebene Temperatur der Bodenplatte ein Maß für die Empfindung der Tiere ist; zudem muß mit einem Einfluß der Wärmestrahlung gerechnet werden. Herter (1953) erörtert das ausführlich, schlägt aber trotzdem vor, die Temperatur einheitlich im Gefäßboden zu messen. So bekommt man nur dann vergleichbare Ergebnisse, wenn Bau und Anordnung der Thermorezeptoren bei allen Insektenarten gleich sind, worüber jedoch noch nichts bekannt ist.

e. Die Frage nach der Orientierungsart der Insekten in der Temperaturorgel ist bisher noch gar nicht beachtet worden, obwohl sie wichtig sein kann für die richtige Anordnung der Versuche. Große Tiere und solche mit langen Antennen, wie z. B. viele schon oft untersuchte Orthopteren-Arten, können vielleicht räumliche Unterschiede direkt empfinden – wenn sie die entsprechenden Rezeptoren an den Körperanhängen haben. Die Bohnenkäfer sind dafür aber zu klein. Eine Ausrichtung nach dem „Versuch-und-Irrtum-Prinzip" spielt wohl bei lebhaften Tieren, wie z. B. Ameisen und Laufkäfern, eine Rolle; für die Bohnenkäfer kommt das kaum in Frage, da sie in einem weiten Temperaturbereich recht träge sind. Sie orientieren sich anscheinend, indem sie die Wärme bzw. Feuchtigkeitsempfindung mit der durch die Antennen wahrgenommenen Luftströmung kombinieren. Wenn das richtig ist, müssen auch die Strömungsverhältnisse in der Apparatur eine Rolle spielen.

Es wurde versucht, die Untersuchung mit der Temperaturorgel nach Herter (1934) zu wiederholen und auch andersartige Konstruktionen zu entwickeln, um die Konstellation der Versuchsfehler möglichst abwechslungsreich zu gestalten. Diese Versuche mußten unvollendet bleiben, weil sie mehr Zeit und technische Einrichtungen erfordern, als zur Verfügung standen. Für die Klärung der Frage, die hier zur Diskussion steht, reichen die Ergebnisse aber aus. Zur Untersuchung kamen stets Käfer, die 1–3 Tage zuvor aus einer gesunden Vorratszucht geschlüpft waren.

Mit der Temperaturorgel nach Herter konnten weder in Einzel- noch Massenversuchen eindeutige Ergebnisse erzielt werden. In dem viel zu großen Apparat hielten die Käfer sich meist an den Seitenwänden und an der Deckplatte auf. Auf dem Gefäßboden bevorzugten sie die kühleren Teile, doch blieben sie in einem weiten Bereich verstreut sitzen. Die Mittelwertberechnung liefert hier gewiß ein Ergebnis, dessen Wert aber doch fragwürdig ist.

Deutlicher war das Verhalten in einer wesentlich kleineren Kupferblechkammer, wenn diese mit Glasplatten gedeckt wurde. In allen Versuchen strebten die Käfer bald dem kühleren Ende zu; wenn dort unter 0^0 gekühlt wurde, kamen sie bei einer Bodentemperatur von $+6$ bis $+8^0$ zur Ruhe. Offensichtlich war dies keine Vorzugstemperatur, sondern der Punkt, wo sie in vollkommene Starre verfielen und darum nicht mehr weiterkriechen konnten.

Wenn jene Kammer mit Drahtgaze bedeckt wurde, reagierten die Käfer überhaupt nicht. Sie bewegten sich an wärmeren Stellen wohl lebhafter als

an kälteren, ohne jedoch bestimmte Plätze aufzusuchen. Sie flohen nicht einmal von Stellen mit 50° Bodentemperatur, wo ihnen in kurzer Zeit der Tod drohte. Nachdem in der ganzen Länge der Kammer Bohnenkerne ausgelegt worden waren, haben sie im Bereich von 15° bis 45° Eier an diese abgelegt, wobei sie zweifellos mit der Legeröhre die Bodenplatte berührt haben. In dem Bereich oberhalb 35° sind darauf entweder die Eier vor Ende der Entwicklung oder die Larven sofort nach dem Auskriechen vertrocknet. Dieses merkwürdige Verhalten der Käfer wird nach der oben erwähnten Vermutung über ihre Orientierungsart verständlich; weil keine horizontale Luftströmung vorhanden war, fehlte der Anreiz zum gerichteten Ortswechsel.

Schließlich wurden zahlreiche Versuche mit einer neuartigen Orgel gemacht, bei welcher neben der Lufttemperatur auch die Feuchtigkeitsabstufung reguliert und gemessen werden konnte. Wenn hier Wärme- und Feuchtigkeitsgefälle im normalen Verhältnis standen, d. h. wenn es an einem Ende warm und trocken und am anderen kalt und feucht war, dann strebten die Käfer stets dem letzteren zu. Betrug die Lufttemperatur dort weniger als 0°, dann häuften die Tiere sich wie in der Kupferblechkammer bei + 6 bis + 8°. Ebenso verhielten die Tiere sich auch, wenn die Luftfeuchte über die ganze Länge hin gleich blieb und nur die Lufttemperatur sich stetig änderte. Sie bewegten sich jetzt allerdings wesentlich langsamer. Dagegen reagierten die Käfer überhaupt nicht, wenn die Temperatur überall gleich blieb und nur die Luftfeuchte verschieden war. Das bedeutet nicht, daß die Käfer Feuchtigkeitsunterschiede nicht empfinden; wie oben schon erwähnt wurde, können sie sich wahrscheinlich nur nach der Luftströmung orientieren, die hier ausblieb. Der Versuch, Temperatur- und Feuchtigkeitsgefälle gegensinnig einzustellen, konnte wegen technischer Schwierigkeiten bisher nicht einwandfrei durchgeführt werden. Für die Klärung der Frage, ob die Käfer sich nach der Feuchtigkeit orientieren, könnte er von Wert sein.

Jedenfalls ist auch mit den bisherigen Ergebnissen deutlich geworden, daß die Käfer häufig gerade die kühleren Teile der Temperaturorgel aufsuchen. Es entsteht der Eindruck, daß sie vor der Austrocknungsgefahr flüchten. Die von Herter (1942/43) gefundene hohe Vorzugstemperatur konnte nicht bestätigt werden, und als Hinweis auf eine tropische oder subtropische Herkunft des Käfers kann sie nicht gelten. Übrigens meint Wellington (1949) auf Grund seiner Untersuchungen an Tortriciden-Larven, daß die Vorzugstemperatur mehr scheinbar als wirklich vorhanden sei und daß das Verhalten der Tiere durch ihre Transpiration bestimmt würde. Zu der gleichen Überzeugung kommen Jakovlev & Krüger (1954a und 1954b) nach Unsuchungen an einigen Orthopteren und Schmidt (1956) bei Carabiden. Vielleicht gilt Ähnliches auch beim Bohnenkäfer.

3. Befallsverteilung in Freilandkulturen

Von Hase (1950) und Jany (1952) wurde beobachtet, daß in Stangenbohnenkulturen der stärkste Befall an den besonnten Südseiten und im bodennahen Bereich bis 1 m Höhe erfolgt. Jany sieht darin einen Hinweis auf eine starke Wärmeabhängigkeit des Käfers, weil er in Anlehnung an die Arbeit von Müller & Unger (1951) über die Bohnenblattlaus *(Doralis fabae* Scop.) die Erscheinung auf mikroklimatische Unterschiede zurückführt. Das ist aber nicht richtig. Der Bohnenkäfer ist in seiner Beweglichkeit (Zachariae 1958)

und, wie in dieser Arbeit gezeigt wurde, auch bei der Eiablage gar nicht auf große Wärme angewiesen. Er wählt vielmehr die Hülsen, die zuerst reifen, und das sind die unteren, weil diese aus den ersten Blüten entstehen, und die an der Südseite, da hier die Sonnenwärme ihr Wachstum begünstigt. Wenn man die Bohnen zuerst als Frischgemüse erntet und erst die letzten, obersten Hülsen ausreifen läßt, dann werden auch diese stärker befallen, wie mehrfach festgestellt werden konnte (Zachariae 1958). Die Befallsverteilung erklärt sich also ebenso wie die Pseudoresistenz später Sorten (Zachariae 1958) und beweist keine Klimaabhängigkeit des Käfers bei der Eiablage.

4. Herkunft des Speisebohnenkäfers

In seiner Erstbeschreibung nennt Say (1831) das feuchtheiße Louisiana im Süden der USA als Herkunftsland. Balachowsky & Mesnil (1936), Larson & Fisher (1938), Kemper (1939), Canzanelli (1940), Fenton (1952) und andere geben als Heimat Mittelamerika oder andere tropische Teile von Amerika an. Bei Herter (1953) und Zacher (1954) wird von „wärmeren Teilen Amerikas", bei Feytaud (1926a), Metcalf & Flint (1951) und Zacher (1955) nur von „Amerika" gesprochen; Mingaud (1900) nennt beide Teile von Amerika. Girard (1879) zieht Spanien in Betracht, und danach tritt auch Chittenden (1898) für eine altweltliche Herkunft ein. Schließlich werden bei Fahraeus (1839), Reitter (1912) und Herter (1942/43) sogar Persien und Armenien genannt, und neuerdings erörtert Hase (1954) diese Meinung wieder. Selbstverständlich wäre die Frage der Heimat erst eindeutig geklärt, wenn der Käfer auf seiner wilden Nährpflanze gefunden würde. Die Literatur enthält aber schon wichtige Hinweise.

Die Annahme Persiens als Herkunftsland dürfte auf einem Irrtum beruhen; nach Davatchi (1946) kommt der Käfer dort gar nicht vor, und in den persischen Häfen besteht Quarantänezwang für von diesem Schädling befallene Waren. Auch Spanien scheidet aus, weil es dort gar keine geeigneten wilden Leguminosenarten gibt. Es bleibt nur die Neue Welt, wo nach Bridwell (1940) die drei systematisch dem Speisebohnenkäfer am nächsten stehenden Arten leben. Die Heimat des Käfers muß dort aber nicht gerade in tropischen Gebieten sein. Auch die Gräberfunde von Ancón beweisen keineswegs eine tropische Herkunft des Käfers, wie das Larson & Fisher (1938), Kemper (1939), Fenton (1952) und Zacher (1954) meinen. Jene Gegend um Ancón war zu allen Zeiten eine unfruchtbare Wüste (Essig 1929); die Bohnen müssen also jedenfalls an anderen Orten gewachsen sein. Daß die Art aus dem feucht-heißen Louisiana beschrieben wurde, wo sie zuerst als Schädling auftrat, besagt auch nichts. Außerdem ist bemerkenswert, daß in den eigentlichen Tropengebieten nach Zacher (1954) andere Arten als Schädlinge wichtiger sind als der Speisebohnenkäfer.

Am wahrscheinlichsten ist, daß die Heimat des Speisebohnenkäfers in einer Höhenlage der südamerikanischen Gebirge liegt, wo warm-gemäßigtes oder kühleres subtropisches Klima herrscht. Dort wächst nach Burkart (1941 und 1943) und Burkart & Brücher (1953) auch die Wildbohne (*Phaseolus aborigineus* Burkart). Die Klimaansprüche und die Biologie des Speisebohnenkäfers stimmen sehr gut mit den Verhältnissen überein, die jene Autoren von den Standorten der Wildbohne beschreiben. Hinzu kommt, daß nach Lowig (1955) und auch nach den eigenen Erfahrungen alle Sorten

der Speisebohne stärker befallen werden und bessere Entwicklungsbedingungen bieten als andere Leguminosenarten. Nach BURKART[2] werden die Samen der Wildbohne ebenso stark befallen wie die in Südamerika gebauten Speisebohnen, während die Limabohnen dort oft fast frei von Schaden bleiben. Darum ist anzunehmen, daß die Wildform der Speisebohne die ursprüngliche Wirtspflanze des Bohnenkäfers ist.

ESSIG (1929) wies den Käfer in Bohnen aus den Gräbern von Ancón in Peru nach, die auf 1000–1500 n. Chr. datiert werden. In Funden aus dem Tal von Ica (100–500 n. Chr.) konnten nur die identischen Fraßspuren, aber keine Käfer festgestellt werden. Wenn es sich hier wirklich um den Speisebohnenkäfer handelt, dann ist dieser bereits über eineinhalb Jahrtausende Vorratsschädling. Er ist das wohl zur gleichen Zeit geworden, als die Bohnen Kulturpflanzen wurden.

Die Kritik von HASE (1954), daß jene Bohnen nachträglich im Museum befallen worden sein könnten, ist in diesem Fall kaum berechtigt. Eine Schwierigkeit ist aber, daß jene beiden Fundstellen an der Westküste Südamerikas liegen, wo die Wildbohne wahrscheinlich nicht vorkommt, und daß es in beiden Fällen Limabohnen *(Phaseolus lunatus var. macrocarpus* Bentham) sind. Es ist aber denkbar, daß dort schon früh ein reger Warenaustausch stattfand; um Ancón können die Bohnen ohnehin nicht gewachsen sein. Weiter kann man annehmen, daß der Bohnenkäfer zwar mit der wilden Gartenbohne in die Nähe des Menschen gelangte, dann aber auch die dort gelagerten Limabohnen befiel, die auch schon in früher vorkolumbischer Zeit Kulturpflanzen waren. Bekanntlich kann der Käfer sich in zahlreichen Leguminosenarten entwickeln, wenn auch schlechter als in den Speisebohnen. Nach der Beschreibung von ESSIG (1929) sind anscheinend auch in den Limabohnen aus jenen Gräbern zahlreiche Larven frühzeitig abgestorben.

Der eindeutige Herkunftsbeweis kann selbstverständlich nur durch Funde an Ort und Stelle erbracht werden. Auf jeden Fall aber spricht bisher nichts dafür, daß der Speisebohnenkäfer aus eigentlich subtropischen oder gar tropischen Gebieten stammt.

Zusammenfassung

Das Auftreten des Speisebohnenkäfers in Gärten und Feldern ist fast stets darauf zurückzuführen, daß befallenes Saatgut verwendet wurde; die Gartenbesitzer tun das oft sogar bewußt. Die zur Zeit der Aussaat schlüpfreifen Käfer verlassen die Bohnen, was durch das Aufweichen der Samenschale erleichtert wird, und kriechen bald darauf durch die sie bedeckende Erde ins Freie. Die dazu nötige Wärme ist immer gegeben, wenn das Wetter die Bohnenaussaat erlaubt. Puppen und eben gehäutete Imagines können ihre Entwicklung auch noch vollenden, wenn sie mit den Keimblättern aus dem Boden gehoben werden und die Luft trocken und warm genug geworden ist. Kühle Witterung und alkalischer, an Fäulniserregern reicher Boden sind für die Käfer ebenso nachteilig wie für die Bohnen; wenn die Samen faulen, gehen auch die darin befindlichen Schädlinge zugrunde.

Die Aufnahme von Wasser und Nahrung im Freien und die im Mittel niedrige Temperatur und hohe Luftfeuchtigkeit ermöglichen es den Käfern,

[2] Briefliche Mitteilung von Herrn Dr. A. BURKART, Instituto de Botanica Darwinion, San Isidro/Argentinien.

den ganzen Sommer zu überdauern und auch fortpflanzungsfähig zu bleiben. Zum Fliegen neigen die Käfer erst bei warmer und trockener Luft und Sonnenschein; sie sind darin anspruchsvoller als einheimische Insekten. Dennoch werden die Grenzbedingungen in den Sommermonaten an vielen Tagen überschritten; dann können die Käfer sich auch über benachbarte Gärten und Felder verbreiten, die bisher befallsfrei waren.

Die Eiablage ist noch bis Ende September möglich, weil auch um diese Zeit die für die Fortpflanzungstätigkeiten erforderlichen Temperaturen noch oft genug erreicht werden. Die Dauer der Eientwicklung ist von der Temperatur abhängig. Aus im August abgelegten Eiern können die Larven unter Umständen noch schlüpfen und sich in die Samen einbohren, bevor die Hülsen geerntet werden. Später entwickeln sich die Eier nur noch, wenn die Bohnen einige Zeit an einem trockenen, nicht zu kühlen Ort lagern, bevor sie ausgepahlt oder gedroschen werden. Das ist fast immer der Fall, weil die Weiterverarbeitung nach der Ernte gewöhnlich aufgeschoben wird.

Weil Saatbohnen trocken und kühl, aber frostfrei aufbewahrt werden sollen, bleiben die Schädlinge darin von den Einflüssen des Winters verschont und können sich weiterentwickeln. Zum Frühjahr ist gerade die zweite oder dritte Generation schlüpfreif und gelangt mit der Aussaat ins Freiland. Wenn die Bohnen aber wärmer gelagert werden und die Käfer sich darum schneller entwickeln, kann es zu einer Massenvermehrung kommen. Dann wird der Speisebohnenkäfer zum Vorratsschädling, als welcher er schon lange bekannt ist.

Das plötzliche Zunehmen der Schadensfälle durch Freilandinfektion wird durch die Wirtschaftsverhältnisse in den Kriegs- und Nachkriegsjahren erklärt; gelegentlich ist der Bohnenkäfer schon früher in Mittel- und Osteuropa im Freien beobachtet worden. Sein Auftreten in Norddeutschland ist möglich durch das günstige Zusammentreffen von eigenen Eigenschaften und äußeren Umständen, welche durch die Maßnahmen des Menschen und die Klimaverhältnisse bedingt sind. Während der Käfer im Sommer wie ein Freilandinsekt lebt, verbringt er den Winter als Vorratsschädling. Dieser regelmäßige Wechsel in der Lebensweise ist die eigentliche Besonderheit beim Speisebohnenkäfer in Norddeutschland. Eine Anpassung an hiesige Verhältnisse liegt nicht vor. Durch seine Unfähigkeit, im Freien sich zu entwickeln und zu überwintern, und durch andere Klimaansprüche unterscheidet sich der Bohnenkäfer von den einheimischen Insekten. Andererseits ist er auch kein Tier aus den eigentlichen Subtropen oder Tropen, wie vielfach angenommen wurde. Seine Heimat ist in höheren Lagen der südamerikanischen Gebirge zu suchen, wo auch die Wildform der Speisebohne wächst.

Summary

The occurrence of *Acanthoscelides obtectus* outdoors in N. Germany is helped because attacked seed is put out; garden owners are often aware of this. The climate at the time of sowing and the epigeal germination of the beans facilitates the emergence of the beetles but with cold and in alkaline soils, they rot with the beans. The beetles can survive throughout the summer and remain capable of reproduction because they are feeding and also the weather is relatively cool and damp. Egg laying is usually possible until the end of September and larvae can still hatch outdoors in August; later, the develop-

ment takes place in the storehouse. With suitable storage of the beans, the beetles can increase and return outdoors in the Spring with the sowing. They thus pass the summer as outdoor insects and the winter as stored products pests, this regular alternation is characteristic of the insect in N. Germany. The sudden increase in attack due to outdoor infection is explained by the increase in bean growing in the years after the war, an adaptation to the climate is not involved. The beetle does not originate from the tropics but from high places in the S. American mountains where the wild form of the bean also grows.

Literatur

*Die mit * bezeichneten Arbeiten sind nicht im Original eingesehen worden.*

Die bereits in der ersten Veröffentlichung (Zachariae 1958) zitierten Arbeiten werden hier nicht noch einmal aufgeführt. Fehlende Titel finden sich also im dortigen Literaturverzeichnis.

Andersen, K. T. (1936): Wie prägt sich der verschiedene Lebensraum der Freiland- und Vorratsschadinsekten in ihrem biologischen Verhalten aus? Nachr. Schädlingsbekämpfung, Band 11, Nr. 4, S. 153–170.

Bodenheimer, F. S. & Schenkin, D. (1928): Über die Temperaturabhängigkeit von Insekten. 1. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. Zeitschr. Vergl Physiol., Bd. 8, S. 1–15.

Bollow, H. (1952): Der Speisebohnenkäfer (*Acanthoscelides obsoletus* Say) nun auch als Freilandschädling in Bayern. Pflanzenschutz, 4. Jg., S. 24–26.

*Borchert, W. (1951): Die Käferwelt des Magdeburger Raumes. Magdeburg.

*Burkart, A. (1941): Sobre la existencia de razas silvestres de „*Phaseolus vulgaris*" y „*Phaseolus lunatus*" en el Norte Argentino. Resoluc. Resúm., Prim. Reunión Argent. Agronom.; Bd. 52; Buenos Aires.

Burkart, A. (1943): Las leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas. Buenos Aires.

Burkart & Brücher, H. (1953): *Phaseolus aborigineus* Burkart, die mutmaßliche andine Stammform der Kulturbohne. Züchter; Bd. 23, S. 65–72.

*Campbell, R. E. (1937): Temperature and moisture preferences of wireworms. Ecology; Bd. 18, S. 479–489.

Carter, W. (1925): The effect of low temperatures on *Bruchus obtectus* Say, *an insect* affecting seed. Journ. Agric. Res.; Bd. 31, S. 165–182.

Collins, E. M. (1933): The partial pressures of water in equilibrium with aqueous solutions of sulphuric acid. Journ. Phys. Chem.; Bd. 37, S. 1191—1203.

Crebert, H. (1931): Der Befall der Ackerbohne durch den Bohnenkäfer *(Bruchus rufimanus)* und dessen Abhängigkeit von Jahreswitterung und Sorteneigenschaft. Fortschr. Landw.; Bd. 6, S. 429–433.

Davatchi, A. (1946): Note sur les bruchides nuisibles aux légumineuses en Iran. (In Persisch; Titel und Autorname auch in Französisch.) Entom. Phytopath. Appl. Teheran; Nr. 2, S. 1–7.

Eggebrecht, H. (1949): Die Untersuchung von Saatgut. Bd. 5 in: Herrmann, R. (1949): Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch). Neudamm und Hamburg.

Essig, L. O. (1929): Origin of the bean weevil *Mylabris obtectus* (Say). Journ. Econ. Entom.; Bd. 22, S. 858–861.

*Faes, H. (1930): Station fédérale d'essais viticoles à Lausanne et Domaine de Pully. Rapport annual 1929. Ann. Agric. Suisse; Bd. 31, S. 287–318.

*Fahraeus, O. J. (1839): In: Schönherr, C. J. (1839): Genera et species Curculionidum, cum synonymia hujus familiae; Bd. 5, S. 18 und 91.

Fenton, F. A. (1952): Field crop insects. New York.

Feytaud, J. (1926 a): La bruche des haricots *(Acanthoscelides obtectus* Say). Rev. Zool. Agricol. Appl.; 25. Jg. (1925), S. 161–172.

Feytaud, J. (1926 b): La défense contre la bruche des haricots (*Acanthoscelides obtectus* Say). Rev. Zool. Agricol. Appl.; 25. Jg. (1925), S. 177–188.

Friederichs, K. (1930): Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Bd. 1: Ökologischer Teil. Berlin.

*Gain, E. (1897): Sur la germination des grains des légumineuses habitées par les bruches. Compt. Rend. Acutd. Sua.; 15. Juli 1897.

Girard, M. (1879): Note sur les bruches et en particulier sur la bruche du haricot. Journ. Soc. Hortic. France; Sér. 3, Bd. 1, S. 95–98.

Gunn, D. L. (1934): The temperature and humidity relations of the cockroach *(Blatta orientalis)*. 2. Temperature preference. Zeitschr. Vergl. Physiol.; Bd. 20, S. 617–625.

Gunn, D. L. & Cosway, C. A. (1938): The temperature and humidity relations of the cockroach *(Blatta orientalis)*. 5. Humidity preference. Journ. Exper. Biol.; Bd. 15, S. 555–563.

Hähne, H. (1941): Untersuchungen über den Speisebohnenkäfer. Mittlgn. Biol. Reichsanst. Land- und Forstwirtsch.; Bd. 63, 75–76.

*van Heerdt, P. F. (1950): The temperature and humidity preferences of certain coleoptera. Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam; Bd. 53, S. 347–360.

Herter, K. (1923): Untersuchungen über den Temperatursinn der Hausgrille *(Acheta domestica* L.) und der Roten Waldameise *(Formica rufa* L.). Biol. Zentralbl.; Bd. 43, S. 282–285.

Herter, K. (1934): Eine verbesserte Temperaturorgel und ihre Anwendung auf Insekten und Säugetiere. Bicol. Zentralbl.; Bd. 54, S. 487–507.

Jakovlev, V. & Krüger, F. (1954 a): Untersuchungen zur Transpiration der Hausgrille *(Gryllus domesticus* L.). Zeitschr. Vergl. Physiol.; Bd. 37, S. 57–77.

Jakovlev, V. & Krüger, F. (1954 b): Untersuchungen über die Vorzugstemperatur einiger Acrididen. Biol. Zentralbl.; Bd. 73, S. 633–650.

Kemper, H. (1939): Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. Leipzig.

Larson, A. O. (1924): The effect of weevily seed beans upon the bean crop and upon the dissemination of weevils, *Bruchus obtectus* Say and *B. quadrimaculatus* Fab. Journ. Econ. Entom.; Bd. 17, S. 538–548.

Larson, A. O. & Fisher, C. K. (1925): The role of the bean straw stack in the spread of bean weevils. Journ. Econ. Entom.; Bd.18, S. 696–703.

Larson, A. O. & Simmons, P. (1924): Insecticidal effect of cold storage on bean weevils. Journ. Agric. Res.; Bd. 27, S. 99–105.

*Leclercq, I. (1947): Mise en évidence de réactions au gradient d'humidité chez plusieurs insectes. Arch. Internat. Physiol.; Bd. 55, S. 93–116.

*Lindroth, C. H. (1949): Die fennoskandischen Carabiden. Eine tiergeographische Studie. III. Göteborgs Vetensk. Samh. Handl.; Ser. B 4, Nr. 3.

Lowig, E. (1955): Versuche und Beobachtungen zur Lebensweise des Speisebohnenkäfers. Saatgut-Wirtschaft; 7. Jg., S. 134–137 u. 166–168.

Mansbrigde, G. H. (1936): A note on the resistance to prolonged cold of some insect pests of stored products. Proc. Roy. Entom. Soc. London (A); Bd. 11, S. 83–86.

Mathlein, R. (1944): Ovälkomna invandrare. Växtskyddsnotiser; Jg. 1944, Nr. 2, S. 23–28.

Metcalf, C. L. & Flint, W. P. (1951): Destructive and useful insects. New York, Toronto und London.

Müller, H. J. (1955): Zur Frage der Bruchus-Resistenz von Ackerbohnen *(Vicia faba* L.). Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz; Bd. 62, S. 598–602.

Müller, H. J. & Unger, K. (1951): Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. 2. Über die Fluggewohnheiten, besonders das sommerliche Schwärmen, von Doralis fabae und ihre Abhängigkeit vom Tagesgang der Witterungfaktoren. Züchter; Bd. 21, S. 76–89.

Reitter, E. (1912): Fauna Germanica, Bd. 4. Stuttgart.

*Ruskowski, J. (1946): Crop pests accidentally introduced into Poland during the war. Int. Bull. Plant Prot.; Bd. 20, S. 11–12.

*Say, T. (1831): Descriptions of new species of curculionites of North America. New Harmony; 8. Juli 1831.

Schmidt, G. (1956): Der Einfluß des Wasserhaushalt und Stoffwechsels auf die Vorzugstemperatur der Insekten. Biol. Zentralbl.; Bd. 75, S. 178–205.

*Skaife, S. H. (1926): The bionomics of the Bruchidae. South African Journ. Sci.; Bd. 23, S. 575–588.

*Skaife, S. H. (1953): African insect life. London, Cape Town und New York.

Solomon, M. E. (1951): Control of humidity with potassium hydroxide, sulphuric acid, or other solutions. Bull. Entom. Res.; Bd. 42, S. 543–554.

Solomon, M. E. & Adamson, B. E. (1955): The powers of survival of storage and domestic pests under winter conditions in Britain. Bull. Entom. Res.; Bd. 46, S. 311–355.

*TAUCHERT, F. (1929): Untersuchungen über Atmung und Wasserdampfabgabe bei Insekten. Zeitschr. Biol.; Bd. 88, S. 377–381.

*TSCHERMAK, E. (1921): Der Bohnenkäfer *(Acanthoscelides obtectus)* in Österreich. Wiener Landw. Ztg.; Bd. 71, S. 102.

*WELLINGTON, W. G. (1949): The effect of temperature and moisture upon the behaviour of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* Cl. *(Lepid. Tortricidae)*. 1. The relative importance of graded temperatures and rates of evaporation in producing aggregations of larvae. Scient. Agric.; Bd. 29, S. 201–215.

ZACHARIAE, G. (1958): Das Verhalten des Speisebohnenkäfers *Acanthoscelides obtectus* Say *Coleoptera : Bruchidae)* im Freien in Norddeutschland. Zeitschr. Angew. Entom.; Bd. 43, S. 345–365.

ZACHER, F. (1929): Nahrungsauswahl und Biologie der Samenkäfer. Verhandl. Deutsch. Ges. Angew. Entom. 1928; S. 55–62.

ZACHER, F. (1932): Tierische Samenschädlinge in Freiland und Lager. Neudamm.

Aus dem Entomologischen Forschungslaboratorium
Prof. Dr. H. Blunck (†)
und dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. H. Braun

Zur Kenntnis der Obstbaumminiermotte *Lyonetia clerkella* L. unter besonderer Berücksichtigung des Massenwechsels während der Jahre 1951 bis 1953

Von Wilhelm Berg

TEIL II

Mit 15 Abbildungen

VI. Massenwechsel *(Epidemiologie)*

1. Verlauf des Massenwechsels

Wie bereits erwähnt, sind Massenvermehrungen von *L. clerkella* L. seit Jahrhunderten bekannt. In Tab. 4 sind die aus den letzten 6 Jahrzehnten vorliegenden Meldungen über mehr oder weniger starke Gradationen zusammengestellt.

Tabelle 4

Massenvermehrung von *L. clerkella* L. während der letzten Jahrzehnte

Jahr der Massenvermehrung	Land	erwähnt von
1897	Rheingau	Goethe, 1898, 25–28
1904	England	Theobald, 1904, 37
1905, 1907, 1908	Schweden	Kemner, 1926, 6–13
1908	Norwegen	Schøyen, cit. nach Trägårdh, 1910, 266–271
1920	Westdeutschland	Stellwaag, 1921, 6
1921–1923	Mittelschweden	Kemner, 1926, 6–13
1924	Mitteldeutschland	Speyer (Diskussionsbeitrag zu Ferrière, 1951, 596)
(1928	Nord-Hondo [Japan]	Oda, 1934, 46–52)
1930–1933	Norwegen	Schøyen, 1934, 1–44
1931	Westdeutschland	Babel, 1932, 70–71
(1933	Nord-Hondo [Japan]	Oda, 1934, 46–52)
1933–1934	Moldau (Rumänien)	Motas u. Zaharesco, 1936, 60
1934	Schweden	Ahlberg, 1934
1935	Sachsen	Helm, 1935, 190–191 u. Berger, 1936, 89–101
1935	Mähren u. Schlesien	Starý, 1938, 145–146
1938	Kent (England)	Massee, 1939, 18–185
1939	Böhmen	Blattný u. Mitarb., 1940 od. 1941, 5–13
1943	Westschweiz	Faes, 1945, 671–707
1945	Schweiz	Schneider, 1945, 342–343

Die bislang letzte starke Massenvermehrung kam um 1948 zustande und erstreckte sich über ganz Mitteleuropa mit Ausnahme Hollands (Anonym, 1950; Reich, 1950, 112–115; Anonym, 1951, 7; Bender, 1951, 108–109;

MASSEE, 1951, 144; GÜNTHART u. HOFFMANN, 1951 a; 1951 b; HOUTMAN, 1952, 542). Der Höhepunkt fiel für das Rheinland in die Jahre 1949 und 1950. In südlicheren Gebieten dehnte sich das Maximum über das Jahr 1951 aus.

Im Südschwarzwald fand von 1950 auf 1951 eine auffallende Befallsverlagerung von den Tallagen zu den Höhen (700–1000 m) statt. Dort konnte auch 1952 noch Schadbefall festgestellt werden, während in tieferen Lagen die Minierung sehr ungleichmäßig und im ganzen schwächer war.

Im Raum Bonn nahm der Befall stellenweise schon 1950 ab. Der Gradationsrückgang wurde für die meisten Gebiete 1951 deutlich, und 1952 erfolgte der allgemeine Zusammenbruch, wie aus schriftlichen Mitteilungen aus verschiedenen Gegenden Mitteleuropas hervorgeht[1].

Eigene Untersuchungen wurden in den Jahren 1951–1953, also während des Gradationszusammenbruchs, im Raum Bonn (Friesdorf, Duisdorf, Bonn) und im niederbergischen Obstbaugebiet (Höfchen bei Burscheid) durchgeführt[2].

1951 trat *L. clerkella* L. an den genannten Orten in 3 Generationen auf. Da 1952 die 1. Brut rund 3 Wochen früher als im Vorjahr erschien, konnten 4 Generationen aufkommen, von denen 2. und 3. sich zeitlich überschnitten. 1953 wurden die einzelnen Bruten etwa zu gleichen Zeitpunkten wie 1952 ausgebildet, eine deutliche 4. trat jedoch nicht in Erscheinung. Die Anfang Oktober gefundenen Raupen sind aber als einzelne Vertreter einer solchen anzusehen. Die zeitliche Aufeinanderfolge der Generationen ist aus Abb. 18 ersichtlich. Die Befallsstärke nahm von einem Beobachtungsjahr zum andern stetig ab (Abb. 19).

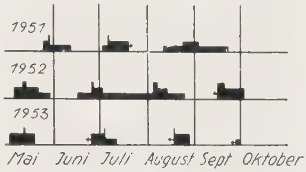


Abb. 18. Zeitliches Auftreten von L_3 in den Minen während der Jahre 1951-1953. Die Höhe der ausgezogenen Fläche symbolisiert den relativen Anteil der minierenden Altlarven gegenüber anderen Stadien

Die Befallsstärke in Prozenten errechnet sich aus dem Prozentsatz der jeweils zum Zeitpunkt der betreffenden Generation minierten Blätter, multipliziert mit der durchschnittlichen Anzahl Minen je miniertes Blatt. Bei der Darstellung mußten folgende grundsätzliche Ungenauigkeiten in Kauf genommen werden: 1. Zur Zeit der 1. Generation sind weniger Blätter ausgetrieben als beim Auftreten der folgenden Bruten im betreffenden Jahr. Daher sind die Befallszahlen für die 1. Generation relativ zu hoch. So erklärt sich die über mehrere Generationen gleichbleibende Befallsstärke in den Jahren 1952 und 1953. 2. In den Befallszahlen für die Zeitpunkte der einzelnen Generationen sind auch die Minen der vorhergehenden Bruten der gleichen Vegetationsperiode enthalten. 3. Die durchschnittliche Anzahl Minen je Blatt wurde in einigen Fällen geschätzt. – Zu beachten ist, daß bei allen Zählungen Minen jeden Alters, auch die mit abgestorbenen Jungraupen, ausgezählt wurden. Die Kurven geben also den Gesamtbefall durch Raupen aller Stadien wieder. – 1950 war in Friesdorf nach übereinstimmender Aussage verschiedener Beobachter jedes Blatt von mehreren Minen durchzogen. Daher wurde bei den Kurven für diesen Ort der Befallsrückgang seit 1950 angedeutet. – Punktiert gezeichnete Kurvenabschnitte bedeuten, daß am betreffenden Ort während 1 oder 2 Generationen keine Auszählungen stattfanden.

Im einzelnen verliefen die Populationsschwankungen im Raum Bonn in den Jahren 1947 bis 1953 folgendermaßen:

1947: Erstes augenfälliges Auftreten von Minen an Sauerkirsche. (Mündliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. BLUNCK †.)

[1] An dieser Stelle möchte ich allen Einsendern von Untersuchungsmaterial und schriftlichen Auskünften für ihre Hilfe danken.

[2] Den Leitern und Mitarbeitern der Gärtnerischen Versuchs- und Gärtner-Lehranstalt Bad Godesberg-Friesdorf und des Versuchsgutes Höfchen der Bayer-Werke danke ich für die freundliche Unterstützung meiner Freiland-Untersuchungen.

1948: Ab Anfang Juli Schadbefall an Sauerkirsche, mehrere Minen/Blatt (offenbar 2. Generation). Befallszunahme bis Mitte August (3. Generation). Im August schon 50 bis 60 % Blattbefall. Schaden an Apfel wesentlich geringer.

1949: Befall noch stärker als 1948. Sauerkirsche schwerer geschädigt als Apfel.

1950: Befall schwächer als 1949, aber noch schädigend. Bei Sauerkirsche noch jedes Blatt mit mehreren Minen.

(Die Angaben für die Jahre 1948 bis 1950 nach mündlicher Mitteilung des Versuchsassistenten der Gärtnerischen Versuchsanstalt Bad Godesberg-Friesdorf, Herrn Wolter.)

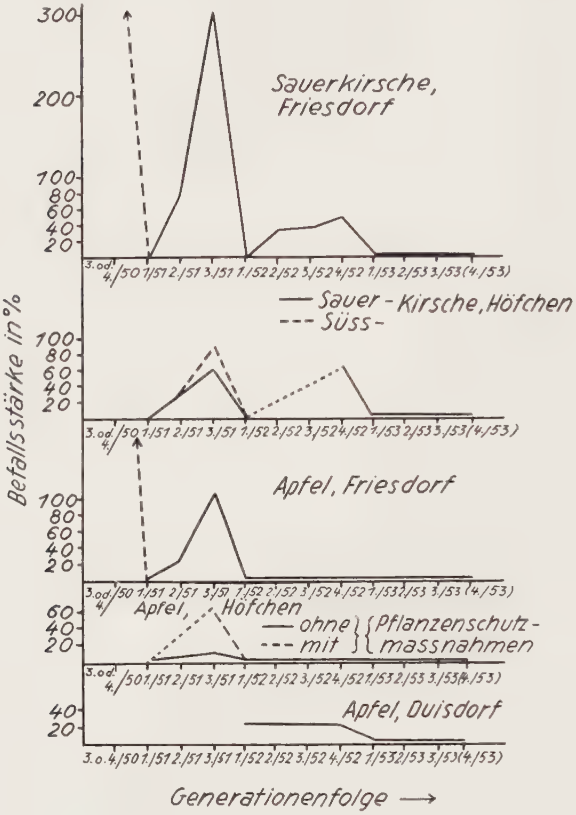


Abb. 19. Befallsstärke an verschiedenen Beobachtungsorten während der Jahre 1951-1953

1951: Gegenüber den Folgejahren verhältnismäßig spätes Auftreten der sehr schwachen 1. Generation vornehmlich an Apfel (ca. 2 % Befall), kaum an Kirsche (weit unter 1 % Befall). Erste Jungraupe wahrscheinlich L_2 am 11. 5., erste Altlarve am 26. 5., Falter von Mitte Juni bis in die erste Julidekade. Die Minen bargen zu 25 % tote Raupen, die zum größten Teil von Chalcidiern parasitiert waren. Eingesponnene Raupen und Puppen zu 50 % tot, fast stets durch *Angitia cf. nana* Grav., vereinzelt durch *Pnigalio longulus* Zett. parasitiert.

Am 27. 6. Eier der 2. Generation, Altraupen ab 2. 7., Falter ab Anfang August. Deutliches Ansteigen des Befalls, Verlagerung von Apfel (26 % Befall) auf Kirsche (44 % Befall mit 1,8 Minen/Blatt). 20 % aller Minen mit toten L_1 und L_2; 33 % aller Minen mit toten Altraupen, meist durch Chalcidier parasitiert. Parasitierung in den Puppenwiegen gering, unter 50 %, meist durch *Pnigalio longulus* Zett.

Am 25. 8. Jungraupen (? $L_1 + L_2$) der 3. Generation, am 3. 9. mit Sicherheit Altraupen und erste Falter; letzte Kuppe am 19. 10. beobachtet. Weitere Befallszunahme und Verlagerung von Apfel (48–65 % bei 2,2 Minen/Blatt) auf Kirsche (97 % bei 3,2 Minen/Blatt). An jungen Apfelblättern mit starkem Neuaustrieb aber Befall ähnlich dem an Kirsche (94 % mit mehreren Minen/Blatt). An den meisten Beobachtungsorten 50–85 % aller minierten Blätter nur mit Jungminen („Jungraupensterben"!). Ausschaltung der Altraupen in den Minen demgegenüber schwach, nicht zahlenmäßig ermittelt. Eingesponnene Raupen und Puppen zu ca. 50 % durch *Pnigalio longulus* Zett. parasitiert.

Während am Beobachtungsort Höfchen die Verhältnisse bei absolut schwächerem Befall im übrigen ähnlich wie im Raum Bonn waren, zeigte ein Apfelquartier, das seit Jahren keine pflanzenschutzliche Behandlung erfahren hatte, zur Zeit der 3. Generation nur 11,5 % Befall bei 1,1 Minen/Blatt.

1952: Die 1. Generation erschien früh: Eier am 17. 4., Altraupen am 7. 5., Falter ab 4. 6. Befall fast überall praktisch Null. Eine Ausnahme bildete die seit Jahren pflanzenschutzlich unbehandelte Apfelanlage in Duisdorf mit 15 % Befall bei 1–2 Minen/Blatt. Kein „Jung-

raupensterben". Parasitierung der Altraupen in den Minen gering, 15–20 %, stellenweise 50 %. Ausschaltung der eigesponnenen Raupen und Puppen zu 30 %, mancherorts über 50 %, hauptsächlich durch *Angitia cf. nana* Grav.

Eier der 2. Generation ab 4. 6., Falter ab 2. 7.; am 17. 7. noch vereinzelte alte L_3 (gleichzeitig erste junge L_3 der 3. Generation). Deutliche Befallszunahme nur bei Kirsche in Friesdorf (25 % mit 1,5 Minen/Blatt) und den jüngsten Blättern von Apfel in Duisdorf. 70 % „Jungraupensterben". 50–65 % der Altraupen in den Minen ausgeschaltet. 0 (Duisdorf) bis 50 % (Friesdorf) der eingesponnenen Raupen und Puppen durch *Angitia cf. nana* Grav. parasitiert.

Eier der 3. Generation ab 10. 7., L_3 ab 17. 7., Falter ab 8. 8. Kein Befallsanstieg. Bei Apfel in Duisdorf nur Belegung der allerjüngsten Blätter. 90 % „Jungraupensterben". 62 % Ausschaltung der Altraupen in den Minen. 25%ige Parasitierung in den Puppenwiegen durch *Angitia cf. nana* Grav. und *Pnigalio longulus* Zett.

Eier der 4. Generation am 14. 8. gefunden. Am 20. 9. überwiegend Altraupen in den Minen. Falterflug nicht festgestellt. Letzte Puppe am 15. 10. beobachtet. Befallsanstieg nur an Kirsche (ca. 50 % Befall), in einem Ausnahmefall auch an jungen Apfelbäumen (70 % mit 1,5 Minen/Blatt). Kein augenfälliges „Jungraupensterben". Alle Stadien praktisch unparasitiert.

1953: Auftreten der 1. Generation etwa zur gleichen Zeit wie im Vorjahr: L_1 ab 30. 4., L_3 ab 5. 5., Puppenwiegen ab 19. 5. Befall praktisch Null. Kein „Jungraupensterben". Altraupen in den Minen zu 30 % durch Chalcidier ausgeschaltet. Eingesponnene Raupen und Puppen mit ca. 75 % Befall durch *Angitia cf. nana* Grav. *Pnigalio longulus* Zett. dagegen fehlend.

L_1 und gleichzeitig L_3 der 2. Generation am 27. 6., Puppen am 10. 7. Befall weiterhin praktisch gleich Null. „Jungraupensterben" in geringem Ausmaß, wegen des schwachen Befalls nicht zahlenmäßig erfaßbar. Auch Parasitierung der Altraupen nicht auszählbar, unter 50 % liegend. Eingesponnene Raupen und Puppen praktisch unparasitiert.

3. (+ evtl. 4.) Generation: Altraupen am 19. 8. schon zahlreich, Puppen am 28. 8., verlassene Puppenwiegen ab 3. 9., am 30. 9. noch einzelne L_3 in den Minen. Befall weiterhin praktisch Null, bis 5 %. „Jungraupensterben" nur in ganz geringem Umfang. Ausschaltung der Altraupen an den einzelnen Beobachtungsorten verschieden, zwischen ca. 25 und 75 % liegend, nur z. T. auf Parasitierung beruhend. Wegen der geringen Individuenzahl Ausschaltung der eingesponnenen Raupen und Puppen nicht zu ermitteln, aber unbedeutend.

2. Den Massenwechsel beeinflussende Faktoren

A. Klimatische Faktoren (Temperatur und Feuchtigkeit)

Temperatur und Feuchtigkeit (Luftfeuchtigkeit und Niederschläge) gelten allgemein als wichtigste Umweltfaktoren für die Beeinflussung der Bevölkerungsbewegungen der Insekten. Sie seien daher an erster Stelle behandelt.

a. Auswirkungen auf die 1. Generation

Wie Abb. 18 zeigt, kamen 1952 und 1953 4 Generationen (gegenüber 3 im Jahre 1951) zur Ausbildung, weil 1952 und 1953 die 1. Brut rund 3 Wochen früher in Erscheinung trat als 1951. Dieser Vorsprung wirkte sich auf die Generationsfolge während der gesamten Vegetationsperiode aus. Beim Vergleich der im April während der betreffenden 3 Jahre am Beobachtungsort Friesdorf herrschenden Temperaturen (Abb. 20 a) erkennt man, daß in der 3.–6. Aprilpentade die Temperaturmittel 1952 und 1953 höher lagen als 1951. Wahrscheinlich erfolgte aus diesem Grund die Eiablage schon in der zweiten Aprilhälfte. Bezieht man die entsprechenden Temperaturwerte für die Jahre 1947–1950 mit ein, so läßt sich aus dem Kurvenverlauf (Abb. 20 b) ablesen, daß 1947–1949 die Verhältnisse ähnlich wie 1952 und 1953, 1950 ähnlich wie 1951 lagen. Somit sind für die Jahre 1947–1949 je 4, für 1950 nur 3 Generationen anzusetzen. Dies dürfte einer der Gründe für die starke Populationszunahme von 1947 bis 1949 sein.

b. Auswirkungen auf die Sommergenerationen

Die Temperatur der Sommermonate scheint keinen entscheidenden Einfluß auf die Populationsbewegungen auszuüben. Möglicherweise werden bei einem extrem kühlen Sommer, der einem warmen April folgt, trotz frühen Auftretens der 1. Generation nur 3 Bruten entwickelt. Für die Jahre der letzten Massenvermehrung liegen auf Grund der Temperatur-Mittelwerte für die Monate April–Oktober keine Gründe zur Annahme eines solchen Falles vor.

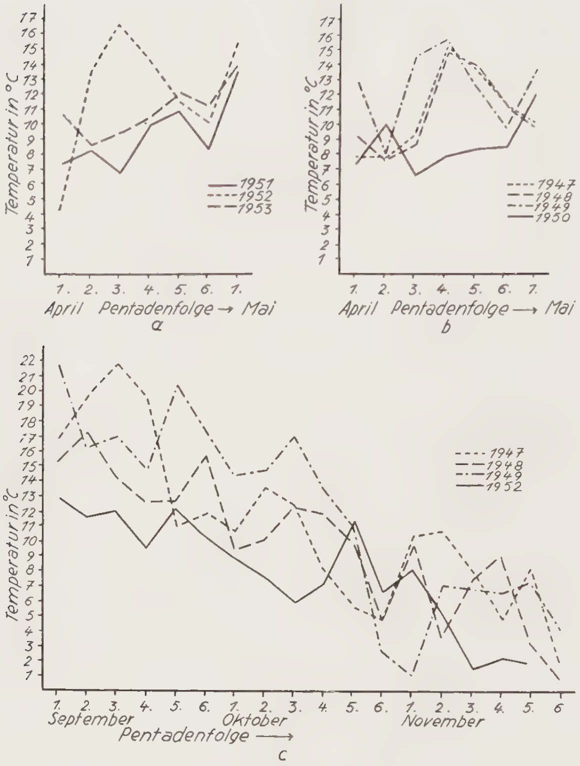


Abb. 20. Pentadenmittel der Temperaturwerte für a) 1. April- bis 1. Mai-Pentade 1951-1953; b) 1. April- bis 1. Mai-Pentade 1947-1950; c) die Monate September-November 1947-1949 und 1952

Es bleibt die Frage offen, ob kurzfristige Hitzeperioden schädigenden Einfluß auf *L. clerkella* L. ausüben können. In Insektarienzuchten wurde während der Hitzewelle um die Monatswende Juni/Juli 1952 kein Absterben von Raupen oder Puppen bemerkt, obwohl die Temperatur zeitweise bis 43° anstieg.

Zur ungefähren Feststellung des kritischen Wärmepunktes wurden ausgewanderte Raupen für verschiedene Zeiten einer Temperatur von ca. 35° ausgesetzt. Achtstündige Dauereinwirkung bei niedriger Luftfeuchtigkeit wurde von den meisten überlebt. Eine derart lange Hitzeeinwirkung kommt aber unter hiesigen Klimaverhältnissen im Freiland nie vor.

In den 35°-Zuchten war, ebenso wie bei extrem niedriger Temperatur, teilweises Erlahmen der Spinnfähigkeit festzustellen. Einige Tiere konnten jedoch trotz der hohen Temperatur schon während, andere nach deren Einwirken ihr Gespinst verfertigen. Auch nicht eingesponnene Raupen lieferten äußerlich normale Puppen und Falter.

Bei den Versuchen zur Ermittlung der Entwicklungsdauer (vgl. S. 174) stellte sich heraus, daß Puppen bei konstant 30° sich zwar normal entwickeln, aber nicht zur Imago häuten können. Offenbar befindet sich in der Puppenhülle der fertige Falter in Wärmestarre. Nach Überführen in niedere Temperatur schlüpfen äußerlich normale Imagines (Tab. 5). Im Freiland sind jedoch die Puppen einer derart hohen Temperatur nie so lange ausgesetzt, daß die Falter vor dem Schlüpfen absterben. So überschritt um die Monats-

wende Juni/Juli 1952 das Tagesminimum im Insektarium nie 22°, und selbst am 2. 7. konnten dort bei einem Tagesmaximum von 43° 32 Falter schlüpfen.

Tabelle 5

Puppenentwicklung bei 30° C

Temp. in °C	relat. Luftfeuchtigkeit in %	Gesamtzahl der Tiere	davon vor der Verpuppung abgestorben	verpuppt	Zeit in Tagen zwischen Verpuppung und Ausfärbung	Bedingungen nach der Ausfärbung (Temp. u. relat. Luftfeuchtigkeit)	Zahl der vor der Imaginalhäutung gestorbenen Puppen	Zahl der geschlüpften Falter
29–30	78–84	6	0	6	4½–6	unverändert	5	1
30	100	4	3	1	4½–6	unverändert	1	0
30	85	2	0	2	4½–6	20°, 100 %	0	2
30	85	2	0	2	5–6½	20°, 100 %	0	2
30	70–85	4	2	2	5–6	20°, 100 %	0	2
30	70–85	2	0	2	5–6½	20°, 100 %	0	2
30	?	2	0	2	5–6	20°, 100 %	0	2

Hohe Temperaturen beschleunigen bei nur stundenweiser Einwirkung sogar die Entwicklungsgeschwindigkeit (Abb. 21). Es liegt allerdings die Vermutung nahe, daß hohe Wärmegrade die F e r t i l i t ä t der Falter beeinträchtigen.

So wurden sehr zahlreiche zwischen 30. 6. und 19. 7. 1952 geschlüpfte Imagines der 2. Generation in den oben beschriebenen Einrichtungen zur Eiablage angesetzt. Sie waren teils im Insektarium ex ovo erzogen, teils als L_3 in den Minen am 27. 6. oder als Puppen am 5. 7. aus dem Freiland eingetragen worden. Die Puppenruhe machten sie teilweise im Insektarium, teilweise im Labor durch. Vom 2.–9. 7. lag im Labor das tägliche Temperatur-Maximum über 30°, im Freiland wurden am 29. 6.–3. 7. und 5. 7. 30° überschritten. Die Temperaturmaxima, die im Insektarium erreicht wurden, sind aus Abb. 21 ersichtlich. In nur 3 von insgesamt 12 Zuchten fand Eiablage statt. In einer wurden zwar sehr häufig Legeakte beobachtet, aber keine der Einstichstellen enthielt ein Ei (vgl. S. 286). Die genaue Herkunft der Falter in den Zuchten, in denen Eier abgelegt wurden, war nicht zu ermitteln. Möglicherweise hat die Hitze, von der die Tiere als Raupen, Puppen oder Falter betroffen wurden, weitgehende Sterilität hervorgerufen. Im Freiland scheint eine solche aber nicht aufgetreten zu sein. Dies geht aus den weiter unten geschilderten Befallszahlen hervor.

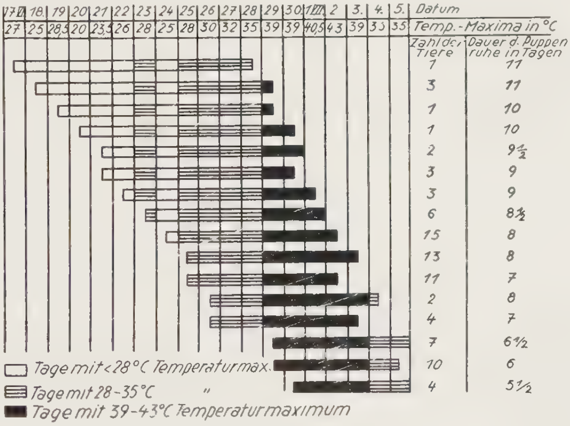


Abb. 21. Dauer der Puppenruhe bei hohen Temperaturen (Insektarium-Zuchten)

Die relative Luftfeuchtigkeit

hat als Massenwechselfaktor offenbar keine Bedeutung. Eier und Raupen befinden sich im Blattinnern, wo die Luft feuchtigkeitsgesättigt sein dürfte.

Freie Raupen und Puppen können sich in einem Feuchtigkeitsbereich von 60–100 % entwickeln.

Gegen Regen sind Eier und Raupen in den Minen vollkommen geschützt. Die Puppen sind es auch weitgehend, da sie sich meist an den Blattunterseiten und zudem in wasserabstoßenden Gespinsten befinden. Die allseitige Verankerung und hohe Elastizität ihrer „Hängematten" sichern sie gut gegen mechanische Regenwirkungen.

c. Auswirkungen auf die 4. Generation

Es bleibt zu fragen, ob sich die in den Jahren mit günstigen Frühjahrstemperaturen angelegte 4. Generation immer normal zu Ende entwickeln konnte.

Im September und Oktober 1952 lag die Temperatur gegenüber den anderen Jahren extrem niedrig (mit Ausnahme der 5. Oktoberpentade) (Abb. 20 c). Trotzdem konnte sich die 4. *Lyonetia*-Brut offenbar ungestört entwickeln: An allen Beobachtungsorten wurden ihre Minen fast sämtlich verlassen vorgefunden. Über das Schicksal der Puppen konnten allerdings nur Einzelbeobachtungen Aufschluß geben.

Am 18. 10. enthielten 122 in Höfchen an abgefallenem Kirschlaub gefundene Puppenwiegen 115 gesund aussehende Puppen, 5 tote Raupen und je 1 Larve und Puppe von *Pnigalio longulus* Zett. . Die Tiere waren im Freiland bereits niedrigen Temperaturen ausgesetzt gewesen. Die Tagesminima am Beobachtungsort in 2 m Bodenhöhe betrugen: 11. 10. — $2{,}0^0$; 12. 10. — $0{,}6^0$; 16. 10. + $0{,}5^0$; 17. 10. $0{,}0^0$. 68 der 115 Puppen befanden sich an frisch abgefallenen Blättern. Aus ihnen schlüpften im Labor zwischen 25. und 31. 10. 44 Falter. Die übrigen 47 Puppen waren an braun verfärbtem, offenbar seit längerer Zeit abgefallenem Laub angesponnen. Sie entließen während der gleichen Zeit 16 Imagines.

Über das Ausschlüpfen von Faltern im Spätherbst bei Freilandtemperaturen gibt Tab. 6 Aufschluß: Insgesamt sind nach dem 1. 11. noch 124 Falter aus einer größeren Anzahl Puppen geschlüpft. In den Zuchtgefäßen waren die Tiere mehrfach Temperaturen unter 0^0 ausgesetzt.

Tabelle 6

Schlüpfen von Faltern im Spätherbst 1952

Zucht-Nr.	Kontrolltermin(e)	Zahl der lebend gefangenen Falter	
52/316	22. 10.	43	
	1. 11.	mehr als 76	
	5.–7. 11.	43	
	15.–23. 11.	37	94
	3.–12. 12.	10	
	21. 12.	4	
52/321	25. 10. (Labor!)	59	
	1. 11.	85	
	11.–14. 11.	24	30
	3. 12.	6	
	(12. 12.	0)	

Es handelt sich bei der Zucht 52/316 um Tiere, die am 11. 10. als eingesponnene Raupen und Puppen aus Höfchen eingetragen und vom 11.–13. 10. im ungeheizten Raum, vom 13.–14. 10. im Labor und anschließend im Freien in 0,5 m Bodenhöhe aufbewahrt wurden. Zucht 52/321 enthielt zahlreiche am 18. und 20. 10. aus Höfchen eingetragene Puppen, die vom 21.–25. 10. im Labor, ab 25. 10. im Freiland-Insektarium gehalten wurden. Alle Tiere hatten im Freien das Temperaturminimum von — $2{,}0^0$ am 11. 10. überstanden. Die Zuchtgefäße wurden nur bei den Kontrollen am 1. 11. und 21. 12. ganz ausgeräumt. Daher mochten die an den letzten Kontrolltagen gefundenen Falter teilweise schon eher geschlüpft sein.

Es wurde ferner beobachtet, daß Raupen und Falter bei weniger als 10° im Freien noch aktiv sind. Ausgewanderte Raupen können bis zu 96 Stunden lang Temperaturen von + 3° ertragen.

Allerdings befinden sie sich dabei in Kältestarre, sind also nicht fähig zu spinnen. Die Schädigung des Spinnvermögens ist bei den meisten irreversibel. Jedoch sind die Tiere auch ohne Kokon zur normalen Puppen- und Imaginalhäutung fähig, würden im Freien allerdings zugrunde gehen. Kurz vor Verlassen der Mine dürfte eine längere Kälteeinwirkung keine Schädigung verursachen.

Die relativ niedrige Temperatur im Herbst 1952 hat also offenbar nicht die normale Entwicklung des Gros' der 4. Generation gestört.

Vergleicht man die Temperaturwerte für die Monate September–November der Jahre 1947–1949 und 1952 (Abb. 20 c), so fällt auf, daß die Temperaturbedingungen für die Ausbildung einer 4. Brut 1949 durch die hohen Werte bis zur 4. Oktoberpentade besonders günstig lagen. Hierin kann ein Grund für den trotz wahrscheinlichen Fehlens einer 4. Generation noch massierten Befall im Folgejahr gesehen werden. In den Jahren 1947 und 1948, in denen höchstwahrscheinlich auch 4 Bruten zur Ausbildung kamen, waren die Temperaturen nicht so hoch wie 1949, aber doch höher als 1952.

Hinsichtlich der Temperatur-Bedingungen konnte sich also in den Jahren 1947–1949 die 4. Brut normal zu Ende entwickeln. Hierin ist wohl ein wesentlicher Grund für den Anstieg der Gradation zu sehen.

Es bleibt allerdings die Frage offen, inwieweit andere Witterungseinflüsse die Ausbildung der 4. Generation in den einzelnen Jahren beeinflußt haben. Über die Jahre vor 1951 kann in dieser Hinsicht nichts ausgesagt werden. 1951 entwickelte sich die 3. (letzte) Generation früh, und somit unter normalen Sommerbedingungen. 1952 deuteten einige Beobachtungen auf schädigende Einflüsse von Niederschlägen auf die 4. Brut hin: So wurden am 11. 10. in Höfchen zahlreiche Puppengespinste gefunden, die nur lose an den Blättern hingen und offenbar vom Regen zerstört waren. Die Puppen sahen jedoch gesund aus. Bedeutender erscheint der Schaden, den Puppen im Herbst an abgefallenen Blättern erleiden. Abgesehen davon, daß sie dem Bodenfrost ausgesetzt sind, sammelt sich in den durch das Bespinnen konkav zusammengekrümmten Blättern Regenwasser an, durch das die Tiere „ertrinken" können. Daß Puppen aus solchem Fallaub jedoch noch Falter liefern, auch wenn sie Bodenfrösten ausgesetzt waren, wurde weiter oben schon geschildert (s. Tab. 6).

d. Auswirkungen auf die überwinternden Falter

Während des Winters wird die *Lyonetia*-Population offenbar am stärksten dezimiert. Anscheinend ist den klimatischen Faktoren, die in der kalten Jahreszeit auf die Falter einwirken, der entscheidende Einfluß auf die Populationsschwankungen zwischen letzter Generation des Vorjahres und erster des Folgejahres zuzuschreiben (vgl. S. 270–271, Abb. 19).

Selbst während des Gradationshöhepunktes war im Hauptbefallsgebiet die 1. Generation nur schwach (GÜNTHART u. HOFFMANN, 1951 b). Jedoch war 1952 in niederen Lagen des Wallis (200–300 m) die 1. Brut auffallend stark, so daß jedes Apfelblatt schon 10–15 Minen trug[3]. Ob während des A n s t i e g s der Gradation die jeweilige 1. Generation besonders stark war, ist nicht mehr zu ermitteln.

Welche Faktoren im einzelnen während des Winters schädigend auf die Falter einwirken, konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht geklärt werden.

Man darf jedoch annehmen, daß warme Tage am Anfang und Ende des Winters die Imagines zum Flug veranlassen, wobei sie ihren Energievorrat vorzeitig erschöpfen und späteren Witterungsunbilden zum Opfer fallen. Unter diesem Aspekt scheint der kontinuierliche Temperaturabfall ab 3. Oktoberpentade 1949 (Abb. 20 c) im Anschluß an relativ hohe Temperatur-Werte für die überwinternden Falter günstig gewesen zu sein.

[3] Mündl. Mitt. v. Herrn Dr. GÜNTHART v. 29. 10. 1952.

B. Biotische Außenfaktoren

a. Parasiten

Unter den biotischen Außenfaktoren, die den Massenwechsel mitbestimmen, kommt den parasitischen Hymenopteren am ehesten Bedeutung zu. Eiparasiten wurden allerdings nie und Jungraupenparasiten nur vereinzelt gefunden. Dagegen konnten zahlreiche Wespen als Vertilger der minierenden und eingesponnenen Altraupen sowie der Puppen ermittelt werden.

aa. Lebensweise der Parasiten

Jungraupenparasiten

Es handelt sich um Angehörige der Eulophidae, die als solitäre Ekto- oder Endoparasiten die L_1 und L_2 besaugen. Die Verpuppung erfolgt in der Mine, die von der Imago durch ein selbstgenagtes Loch verlassen wird. Es wurden nur wenige Einzelstücke erzogen, die z. T. den die Altraupen parasitierenden Arten angehören.

Altraupen-Minenparasiten

Hierbei handelt es sich durchweg um Eulophiden, die in der Regel solitär leben. Die Arten sind teils Ekto-, teils Endoparasiten[4].

Bei den Ektoparasiten wird die Raupe von der weiblichen Wespe beim Legeakt durch einen bis zahlreiche durch die Minenwand geführte Einstiche gelähmt. Sie ist dadurch an der Fortbewegung gehindert, aber häufig noch schwach reaktionsfähig. Ist das in die Mine an den Wirt abgelegte, hyaline, langzylindrische Parasitenei (Abb. 22) von der Larve verlassen, und beginnt diese zu saugen, so stirbt die Raupe ab. Bis dahin weist sie noch die normal-grüne Körperfarbe auf, von der sich die Einstichflecke als eng begrenzte, kleine, schwarze Punkte deutlich abheben. An der Saugstelle tritt dann eine schwärzliche Verfärbung auf. Später verjaucht der ganze Körperinhalt mehr oder weniger stark. Vom völlig leergesogenen Wirt bleibt schließlich nur die meist gut erhaltene Haut übrig. Die hyaline, genähert tropfenförmige Parasitenlarve (Abb. 23, 24) verwandelt sich an Ort und Stelle nach einmaliger Kotabgabe in eine zunächst weiße, sehr bald nach schwarz umfärbende Puppe. Die aus dieser schlüpfende Wespe nagt in die Ober- oder Unterseite der Mine ein unregelmäßiges Loch, durch das sie die Behausung verläßt, und das vom Auswanderungsspalt einer *Lyonetia*-Raupe gut zu unterscheiden ist (Abb. 25).

Ob bei den Endoparasiten die Eier ins Wirtsinnere abgelegt werden, oder die Eilarven selbständig in die Raupen einwandern, war nicht sicher zu entscheiden. Einige Beobachtungen sprechen für letzteres. Endoparasitierte Raupen reagieren zuerst noch schwach, bleiben oft lange unverfärbt, und der Parasit wird erst sichtbar, wenn der Wirtskörper weitgehend leergesogen ist. Vor der Verpuppung verläßt die Schmarotzerlarve die leere Haut des Wirts, die dabei zerfetzt wird (Abb. 26). Die weiteren Lebensvorgänge gleichen denen der Ektoparasiten.

In Ausnahmefällen können auch Raupen von mehreren (bis 4) Ekto-, Endo- oder Ekto- und Endoparasiten befallen werden. Die Larven sterben dann teils ab, teils besaugen sie einander (fakultativer Hyperparasitismus), oder es gelangen bisweilen 2 Parasiten gleicher oder verschiedener Art an einem Wirt zur Vollentwicklung.

In der Puppenwiege erkennbar werdende Raupenparasiten

Bei dieser Gruppe handelt es sich um die Vertreter der Ichneumoniden und Braconiden, die Jungraupen oder junge L_3 belegen. Ihre Larven wachsen

[4] Vgl. die Ausführungen über die Biologie verwandter Arten bei Clausen (1940, 135–141, 149) und der dort zitierten Literatur: Urbahns (1917), Vukasović (1932), Parker u. Smith (1933).

dann in den Wirten heran, die in Aussehen und Verhalten normal erscheinen. Erst wenn die Raupe die Mine verlassen und sich eingesponnen hat, ist sie wegen ihres prallen Körpers und der jetzt sichtbar werdenden Bewegungen des Schmarotzers als parasitiert zu erkennen. Sie kommt nicht mehr zur Verpuppung, und nach einigen Tagen wandert aus ihr die Wespenlarve aus (Abb. 27). Diese verfertigt in der *Lyonetia*-Puppenwiege einen weißen bis grauen Kokon, in dem sie die Puppen- und Imaginalhäutung durchmacht, und den sie dann als Vollkerf verläßt.

Abb. 22. Ei eines ektoparasitischen Chalcidiers auf der Dorsalseite einer aus der Mine präparierten L3. Ca. 35 ×. (Foto: F. EVANG). — *Abb. 23 (rechts).* Larve von *Pnigalio stramineipes* Ths. Ca. 30 ×

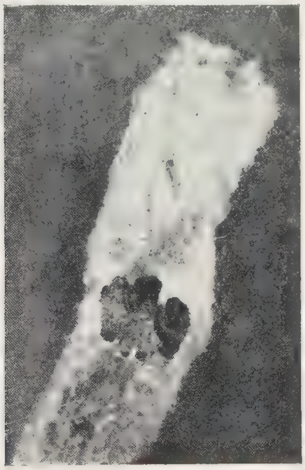


Abb. 24. Larve von *Pnigalio stramineipes* Ths. an einer L3, deren 5 letzte Körpersegmente leergesogen sind. Ca. 20 ×
Abb. 25. Minenende einer parasitierten *Lyonetia*-Raupe mit Ausschlüpföffnung der Wespe. Im Mineninnern Reste der Puppenhülle des Schmarotzers zu erkennen. Ca. 12 ×

Die Kokons von *Apanteles corvinus* Reinh. und *Angitia cf. nana* Grav. sind schwer voneinander zu unterscheiden. Der der Braconide (Abb. 28) ist in der Regel etwas gedrungener als der von *Angitia.* Bei verlassenen Kokons ist die Unterscheidung leichter: Der der Ichneumonide besteht aus mehreren, dünnen Einzellagen von weißem bis grauem Gespinst. Im Innern findet man hinten den ± flüssigen Larvenkot und die zu einer gelbbraunen, klebrigen Masse zusammengedrückte letzte Larvenhaut. Der Kokon ist vorn unregelmäßig aufgenagt. Das *Apanteles*-Gespinst dagegen ist rein weiß und nicht in mehrere Lagen zu zerteilen. Auch in seinem Innern finden sich Larvenkot und letzte Larvenhaut. Am Vorderende wird von der geschlüpften Imago ein vorgebildeter Deckel abgesprengt, der meist mit einigen Fäden lose am Kokon hängen bleibt. Während hinter dem *Angitia*-Kokon meist die zusammengeschobene leere Wirtshaut in der Puppenwiege liegen bleibt, wird sie von *Apanteles corvinus* Reinh. offenbar immer aus dem Wirtsgespinst ausgestoßen.

Puppenwiegen-Parasit

Lediglich die Erzwespe *Pnigalio longulus* Zett. lebt ektoparasitisch an eingesponnenen Raupen und Puppen (Abb. 29). Die Eier werden ans Vorder-

oder Hinterende des Wirtes oder in das Gespinst an dessen Körper abgesetzt. Auch *P. longulus* Zett. verursacht charakteristische Einstichflecke. Einzelbelegung bildet die Regel, doch ist Mehrfachbelegung nicht selten. Ob mehrere Parasiten an einem Wirt zur Verpuppung gelangen, wurde allerdings nicht ermittelt. Die Puppe findet an oder in der mehr oder weniger zerfetzten *Lyonetia*-Puppenwiege Halt (Abb. 30).

Fakultative Hyperparasiten

Während obligate Hyperparasiten nie gefunden wurden, war bei Mehrfachbelegung minierender Raupen bisweilen zu beobachten, daß eine Parasitenlarve die andere besaugte[5]. Für den Verlauf des Massenwechsels von *L. clerkella* L. hat das Auftreten solcher Fälle offenbar keinerlei Bedeutung.

Abb. 26. Altlarve von *Chrysocharis aeneiscapus* Ths. bzw. *boops* Ths., sich aus den Resten der zerfetzten *Lyonetia*-Haut befreiend. Ca. 25 ×

Abb. 27. Altlarve von *Angitia* cf. *nana* Grav., aus der *Lyonetia*-Raupe auswandernd (oben Raupenkopf, unten Kopfabschnitt der Wespenlarve). Ca. 15 ×

bb. Die einzelnen Parasitenarten

Die Namen und Individuenzahlen der aus den einzelnen *Lyonetia*-Generationen häufiger gezogenen Parasitenarten bringt Tab. 7[6]. Das Material für die Parasitenzuchten stammte aus verschiedenen Gegenden Mitteleuropas.

Da mit Ausnahme von *Omphale scutellatus* Ferr. (vgl. S. 280) keine der Arten lokal begrenzt auftrat, konnten die Tiere aller Herkünfte in der Tabelle zusammengefaßt werden. Die Zusammenstellung gibt ein Bild von der relativen Häufigkeit der einzelnen Species, soweit es sich um „Altraupen-Minenparasiten" handelt. *Pnigalio longulus* Zett., *Angitia cf. nana Grav.* und *Apanteles corvinus* Reinh. wurden wegen ihrer andersartigen Lebensweise nicht in einem entsprechenden Zahlenverhältnis eingesammelt, doch geben die angeführten Individuenzahlen ein ungefähres Maß für ihre Häufigkeit. Nur mit einem oder wenigen Exemplaren vertretene Arten sind bei der folgenden Einzelbesprechung der Parasiten erwähnt, in Tab. 7 aber nicht aufgeführt. Bei Behandlung der einzelnen Arten wird, dem Rahmen dieser Arbeit entsprechend, auf die Darstellung der Morphologie verzichtet. Auf die einschlägige Literatur wird von Fall zu Fall verwiesen.

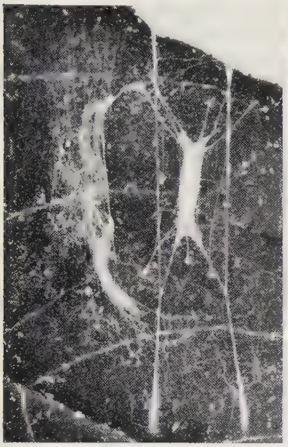
[5] Vgl. auch Vukasović (1931; 1932).

[6] Für die Determinierung der Schmarotzerwespen sei an dieser Stelle den Herren Dr. Ch. Ferrière (Genf), G. E. J. Nixon (London) und Studienrat R. Hinz (Hannover) herzlich gedankt. – Belegstücke aller angeführten Arten sind in der Entomologischen Abteilung des Muséum d'Histoire Naturelle, Genève, zugänglich.

CHALCIDOIDEA, Eulophidae, Eulophinae:

Pnigalio (Eulophus) longulus Zett.

Solitärer Ektoparasit der eingesponnenen Raupen und Puppen. Trat hauptsächlich bei der 3. Generation 1951 auf (vgl. Tab. 7). 1952 und 1953 fast fehlend. Auch von KEMNER (1926, 35–39) als häufigster Parasit und von FERRIÈRE (1952, 29–40) aus *L. clerkella* L. erzogen. Weitere Wirte: Nach SILVESTRI (1911, 199–202) der Olivenminierer *Parectopa latifoliella* Mill. (= *Oecophyllembius neglectus* Silv.), die Olivenfliege *Daculus (Dacus) oleae* Gmel. und der Eichenminierer *Tischeria ekebladella* Bjerk. (*complanella* Hb.).[7] Bei diesen Wirten tritt die Art als Ektoparasit in den Minen auf. Nach RUSCHKA (1924, 6–16) wurde *P. longulus* Zett. in Schweden aus *Rhynchaenus (Orchestes) fagi* L. gezogen, nach NIKOL'SKAYA (1934, 129–143) in Rußland (Nowgorod) aus *Lithocolletis populifoliella* Tr. – Die Larvenentwicklung dauert bei 20°, 100 % relat. Luftfeuchtigkeit $6^{1}/_{4}$–8, bei ca. 23° $4^{3}/_{4}$–$6^{1}/_{4}$ Tage,



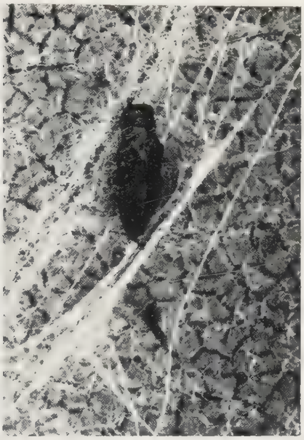


Abb. 28. Puppenwiege von *L. clerkella* L., in dieser Kokon von *Apanteles corvinus* Reinh. Ca. 3 ×

Abb. 29. Altlarve von *Pnigalio longulus* Zett. an *Lyonetia*-Puppenwiege. (In dieser die leergesogene Raupe schwach erkennbar.) Ca. 8 ×. (Foto: F. EVANG)

Abb. 30. Puppe von *Pnigalio longulus* Zett. neben der zerfetzten Miniermotten-Puppenwiege. Ca. 6 ×

die Puppenruhe bei 15°, 80 % relat. Luftfeuchtigkeit 13–14, bei 20°, 100 % relat. Luftfeuchtigkeit $8^{1}/_{2}$–11, im Labor bei 20–26° $6^{1}/_{2}$–$7^{3}/_{4}$, bei 30°, ca. 85 % relat. Luftfeuchtigkeit 4–6 Tage. Überwinterung von Puppen bei konstant + 3° wurde experimentell nachgewiesen. (Die biologischen Angaben bei KEMNER, l. c., sind unstimmig, da er offenbar die Arten *longulus* Zett. und *stramineipes* Ths. nicht getrennt hat.) Gute Abbildungen finden sich bei KEMNER (l. c., Abb. 14). – Es wurden insgesamt 1559 Exemplare gezogen.

Pnigalio cf. longulus Zett.

Nach FERRIÈRE[8] identisch mit *longulus* Zett. Einige Exemplare waren aber nachweislich Endoparasiten der minierenden Altraupen. Außerdem erscheinen die Vertreter der Form dunkler als die „normalen" *longulus*-Exemplare. Nur von den jeweils letzten Generationen im Jahr gezogen. Überwinterung wahrscheinlich als Puppe. Es wurden insgesamt 59 + 2 ? Exemplare erzogen, davon 53 + 1 ? aus Überwinterungszuchten. (Die Tiere wurden allerdings im Frühjahr tot in den Zuchtgefäßen aufgefunden.)

Bemerkung: Aus *Lithocolletis blancardella* Fb. und *Lith. corylifoliella* Hbn. wurden 3 Wespen gezogen, die *P. longulus* Zett. außerordentlich ähnlich und vielleicht mit ihm identisch sind.

[7] Anmerkung während der Korrektur: Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. FERRIÈRE vom 19. 11. 1958 handelt es sich bei den von SILVESTRI gezogenen Exemplaren nicht um *P. longulus* Zett.!

[8] Briefliche Mitteilungen vom 24. 6. und 21. 8. 1953.

Pnigalio (Eulophus) stramineipes Ths.

Solitärer Ektoparasit der minierenden Altraupen. Tritt ziemlich gleichmäßig bei allen Generationen auf (vgl. Tab. 7). Auch von Kemner (1926, 34) und Ferrière (1951, 593–596) aus *L. clerkella* L. gezogen. Weitere Wirte: *Lith. populifoliella* Tr. (Nikol'skaya, l. c.) und *Lith. cramerella* F. an *Quercus* (Otten, 1940, 177–202), nach eigenen Untersuchungen auch *Lith. blancardella* Fb. und *Stigmella (Nepticula) mali* Her. (beide an Apfel). – Dauer der Larvenentwicklung 3–4, der Puppenruhe 6—7 Tage bei 26°, 100 % relat. Luftfeuchtigkeit; Entwicklungsdauer vom Verlassen des Eies bis zur Imaginalhäutung bei Zimmertemperatur 13–15 Tage. – Aus *L. clerkella* L. wurden insgesamt 257 + 6 ? Exemplare gezogen.

Pnigalio spec.

Parasit der minierenden Altraupe. Einzelexemplar.

Colpoclypeus silvestrii Lucch.

Minenparasit. 2 Exemplare.

Entedontinae:

Chrysocharis aeneiscapus Ths. od. *boops* Ths.

Die Arten sind nach Ferrière nicht sicher zu trennen. Weitaus häufigster Minen-Parasit, tritt bei allen *Lyonetia*-Generationen gleichmäßig auf (vgl. Tab. 7). *Ch. boops* Ths. wurde von Kemner (l. c.), *Ch. aeneiscapus* Ths. (+ ? *boops* Ths.) von Ferrière (1951, l. c.; 1952, l. c.) aus *L. clerkella* L. gezogen. Andere Wirte: Von *Ch. aeneiscapus* Ths.: in Österreich *Phytomyza spec.* (Ruschka und Fulmek, 1915, 390–412); von *Ch. boops* Ths.: in Schweden *Rhynchaenus* (*Orchestes*) *fagi* L. (Ruschka, l. c.) und in Rußland (Moskau) *Lith. populifoliella* Tr. (Nikol'skaya, l. c.). Nach eigenen Untersuchungen tritt *Ch. aeneiscapus* Ths. bzw. *boops* Ths. ferner an den Apfelminierern *Lith. blancardella* Fb., *Lith. corylifoliella* Hbn., *St. (N.) malella* Stt., *St. (N) aeneella* Hein. und *St. (N.) splendidissimella* H.-S. auf. Jedoch bleibt zu prüfen, ob es sich bei den Parasiten der *Lithocolletis*-Arten um *Ch. aeneiscapus* Ths. bzw. *boops* Ths. handelt oder um die sehr ähnliche Art *Ch. niveipes* Ths., die als sozialer Ektoparasit bei dieser Schmetterlingsgattung auftritt (vgl. S. 283). – *Ch. aeneiscapus* bzw. *boops* Ths. lebt als solitärer Altraupen-Endoparasit. Jungraupenbefall kommt vor. Ausnahmsweise können 2 Individuen in einem Wirt heranwachsen. Bisweilen wurde fakultativer Hyperparasitismus, in 2 Fällen ektoparasitische Lebensweise beobachtet. – Dauer der Puppenruhe unter Laborbedingungen 10–13 Tage. Überwinterung mindestens teilweise als Puppe. – Morphologische Angaben über *Ch. aeneiscapus* Ths. bei Ferrière (1952, l. c.). – Aus *L. clerkella* L. wurden insgesamt 699 + 2 ? Exemplare gezogen.

Chrysocharis chrysostoma Ths.

Parasit der minierenden Altraupen, wahrscheinlich ektoparasitisch lebend. Überwinterung mindestens teilweise als Puppe. – Es wurden 24 + 4 ? Exemplare gezogen.

Chrysocharis spec.

Einzelexemplar.

Chrysocharis spec.

Jungraupenparasit. Einzelexemplar.

Omphale scutellatus Ferr.

Parasit der Raupen in den Minen, vielleicht nur an Jungraupen. Von Ferrière erstmalig aus *L. clerkella L.* erzogen (1951, l. c.; 1952, l. c.) und als Art beschrieben (1952, l. c.). Die meisten hier vorliegenden Exemplare stammen von Minenmaterial aus Südwestdeutschland.

[9] Briefliche Mitteilung vom 5. 4. 1952.

– 149 von 154 insgesamt gezogenen Individuen schlüpften in Überwinterungszuchten (Puppenüberwinterung). Ein Exemplar ? gleicher Art wurde aus *Lith. corylifoliella* Hbn. erzogen.

? *Omphale spec.*

Jungraupenparasit. Einzelexemplar.

Closterocerus trifasciatus Westw.

Minenparasit. Auch von Kemner (l. c.) und Ferrière (1951, l. c.) als *Lyonetia*-Parasit ermittelt. Meist an letzter Generation des Jahres. Überwinterung als Puppe: Von 20 gezogenen Exemplaren stammten 18 aus Überwinterungszuchten.

Achrysocharis lyonetiae Ferr.

Ektoparasit der minierenden Altraupen. Von Ferrière (1951, l. c.; 1952, l. c.) erstmalig aus *L. clerkella* L. gezogen und als neue Art beschrieben (1952, l. c.). Einzelexemplar.

Pediobius (Pleurotropis) spec.

Einzelexemplar.

Genus ?

Vielleicht Hyperparasit. Einzelexemplar.

Cirrospilus vittatus Walk.

Ektoparasit der minierenden Altraupen. Auch von Kemner (l. c.) und Ferrière (1951, l. c.) als Parasit von *L. clerkella* L. ermittelt. Weitere Wirte: *Rhynchaenus-(Orchestes-)*, *Stigmella-(Nepticula-)* und *Agromyza*-Arten (Kemner, l. c.), nach eigenen Untersuchungen auch *St. (N.) mali* Her. an Apfel. Die Art tritt auch als Jung-

Tabelle 7

Die aus den einzelnen *Lyonetia*-Generationen während der Jahre 1950–1953 gezogenen häufigeren Parasitenarten[1]

	Zahl der gezogenen Individuen bei den einzelnen *Lyonetia*-Generationen												
	Letzte Gener. 1950[1]	1./1951	2./1951	3./1951	1./1952	2./1952	2. od. 3. 1952	3./1952	4./1952	1./1953	2./1953	3. (+ 4.) 1953	Summe
Pnigalio longulus Zett.	45	2	124	1357	3	7	–	12	9	–	–	–	1559
Pnigalio cf. *longulus* Zett.	–	–	–	52+1?	3+1?	3	–	–	1	–	–	–	59+2?
Pnigalio stramineipes Ths.	–	24	14	91+5?	23+1?	31	3	4	–	15	9	43	257+6?
Chrysocharis aeneiscapus Ths. od. *boops* Ths.	20	20	18	461+2?	38	36	28	24	2	4	6	42	699+2?
Chrysocharis chrysostoma Ths.	–	–	1	16+4?	–	2	4	–	–	–	–	1	24+4?
Cirrospilus vittatus Walk.	–	–	14	104	9	58	6	16	2	–	3	–	212
Cirrospilus pictus Nees	–	–	–	14	–	10	–	3	–	–	–	8	35
Tetrastichus xanthops Ratz.	4	–	1	84	5	21	14	10	–	–	–	1	140
Omphale scutellatus Ferr.	–	–	–	150	1	–	2	1	–	–	–	–	154
Angitia cf. *nana* Grav.	–	29	7	2	233	8	–	1	–	44	–	1	325
Apanteles corvinus Reinh.	16	1	5	5	–	6	–	8	1	–	7	1	50
Summe	85	76	184	2348	317	182	57	79	15	63	25	97	3528

[1] Das Parasitenmaterial aus dem Jahre 1950 stammt aus dem Raum Bad Godesberg und wurde von Herrn Dr. Doeckel (Leverkusen) gezogen, der es uns freundlicherweise zur Auswertung überließ.

raupenparasit auf. In einem Fall endoparasitische Lebensweise beobachtet. Überwinterung mindestens teilweise als Puppe. Aus *L. clerkella* L. insgesamt 212 Exemplare.

Cirrospilus pictus Nees.

Ektoparasit der minierenden Altraupen. Auch von KEMNER (l. c.) und FERRIÈRE (1951, l. c.; 1952, l. c.) aus *L. clerkella* L. erzogen. Weitere Wirte: *Lith. blancardella* Fb. (RUSCHKA u. FULMEK, l. c.), *Coleophora laricella* Hb. an Lärche (RUSCHKA, l. c.), *Lithocolletis*, *Col. fuscedinella* (KEMNER, l. c.), *Lith. populifoliella* Tr. an *Populus pyramidalis* Roz., *Rhynchaenus populi* L. an *P. nigra* L., *Gracillaria* spec. an *Schinus molle*, *Lith. cytisella* Rbl. an *Cytisus robiferus* (OTTEN, l. c.). Nach eigenen Untersuchungen: Die Apfelminierer *Lith. blancardella* Fb. und *Callisto denticulella* Thbg. (Jugendstadium) oder *Lith. corylifoliella* Hbn. Fakultativer Hyperparasitismus kommt vor; endoparasitische Lebensweise wurde in 2 Fällen beobachtet. – Insgesamt aus *L. clerkella* L. 35 Exemplare.

Cirrospilus coracipennella Först.

Parasit der minierenden Altraupen. Einzelexemplar.

Tetrastichinae:

Tetrastichus xanthops Ratz.

Ektoparasit der minierenden Altraupen. Auch von FERRIÈRE (1951, l. c.; 1952, l. c.) aus *L. clerkella* L. erzogen. Nach eigenen Untersuchungen treten als weitere Wirte *Lith. blancardella* Fb. an Apfel und *Leucoptera laburnella* Stt. an *Laburnum alpinum* Presl. auf. Parasitierung von Jungraupen und fakultativer Hyperparasitismus wurden beobachtet. In einem Fall entwickelten sich 2 Individuen an einer *Lyonetia*-Raupe, Überwinterung mindestens teilweise als Puppe. Morphologische Angaben bei FERRIÈRE (1952, l. c.). – Aus *L. clerkella* L. insgesamt 140 Exemplare.

Unbestimmbarer Chalcidier.

Jungraupen-Endoparasit. Beschädigtes Einzelexemplar.

ICHNEUMONOIDEA, Ichneumonidae:

Angitia cf. nana Grav.

Endoparasit der Raupe, der erst in der Puppenwiege den Wirt verläßt. Die Art tritt fast ausschließlich an der 1. Generation, dort bisweilen stark in Erscheinung (vgl. Tab. 7). – Vom Auswandern der Larve aus der Wirtsraupe bis zum Schlüpfen der Imago vergehen bei 26°, 80% relat. Luftfeuchtigkeit 6–8, unter Laborbedingungen 10–14 Tage. Insgesamt 325 Exemplare[10].

Hemiteles spec.

Lebensweise wie bei der vorigen Art. Selten. 8 Exemplare.

Braconidae, Microgasterinae:

Apanteles corvinus Reinh.

Lebensweise wie bei den Ichneumoniden. Die Art wurde von RUSCHKA und FULMEK (l. c.) aus *Lith. blancardelle* F. gezogen. Im Zuge der eigenen Untersuchungen lieferten die Apfelminierer *Lith. blancardella* F. und *Lith. corylifoliella* Hb. lediglich die sehr ähnliche Art *A. circumscriptus* Nees. – Bei 20° dauert die Entwicklung vom Verlassen des Wirts bis zur Imaginalhäutung 8–10 Tage. – Insgesamt 50 Exemplare.

In der Literatur werden als weitere Parasiten von *L. clerkella* L. genannt: *Hyperteles spec.* (Euloph.) und *Eulophus tarandicornis* Först. (Euloph.)

[10] Die Art *Angitia nana* Grav. tritt nach CLAUSEN (1940, 79) an *Col. laricella* Hb. auf.

(Ruschka u. Fulmek, l. c.), *Hemiteles bicolorinus* Grav. (Ichn.) und *Sympiesis sericeicornis* Nees (Euloph.) (Kemner, l. c.), *Zagrammosoma variegatum* Masi (Euloph.), *Chrysocharis niveipes* Ths. (Euloph.), *Trichomalus diachymatis* Ratz. (Pteromal.) (nur 5 Exemplare) und *Solenotus isaea* Walk. (Euloph.) (nur 2 Exemplare) (Ferrière, 1952, l. c.).

Bemerkungen: Bei *Sympiesis sericeicornis* Nees handelt es sich wahrscheinlich nicht um einen Parasiten von *L. clerkella* L.: Im Zuge der vorliegenden Untersuchungen wurden 29 Exemplare aus *Lith. blancardella* Fb., *Lith. corylifoliella* Hbn. (beide an Apfel) und *Lith. cerasicolella* H.-S. (an Kirsche) gezogen. Ferner 14 Stücke aus Zuchten, die neben *L. clerkella* L. andere Minierer enthielten. Als Parasit der Obstbaumminiermotte konnte die Art dagegen nicht nachgewiesen werden. In der Literatur werden als Wirte genannt: *Phyllocnistis suffusella* Z. an *Populus alba* L., *Lith. blancardella* Fb. an *Pirus malus* L. (Ruschka u. Fulmek, l. c.), *Lith. spec.* (Kaukasus) und *Lith. populifoliella* Tr. (Moskau) (Nikol'skaya, l. c.), *Phyllocnistis spec.* und *Stigmella (Nepticula) spec.* (Kemner, l. c.), *Parectopa latifoliella* Mill. und eine in dieser parasitierende Braconide (in diesem Falle *S. sericeicornis* Nees also Hyperparasit!) (*Silvestri*, l. c.) und *Microgaster subcompressa* (Brac.) (hier also auch hyperparasitisch!) (Giraud, cit. nach Silvestri, l. c.). – Die Larve wurde bei eigenen Untersuchungen als Ektoparasit an *Lithocolletis*-Puppen in den Minen beobachtet. Auch Silvestri (l. c.) stellte ektoparasitische Lebensweise an der Puppe, selten am letzten Larvenstadium von *P. latifoliella* Mill. fest.

Die Vertreter der Art *Chrysocharis niveipes* Ths., die Ferrière erzog (1952 l. c.), dürften auch aus *Lithocolletis*-Minen stammen. Im Laufe der vorliegenden Untersuchungen konnten 268 Exemplare aus Minen von *Lith. blancardella* Fb. und *Lith. corylifoliella* Hbn. (an Apfel) zum Schlüpfen gebracht werden. Die Species lebte an diesen Arten als sozialer Ektoparasit. *L. clerkella* L. wurde dagegen als Wirt nie nachgewiesen.

cc. Bedeutung der Parasiten

Von den angeführten Arten dürften wohl nur *Chrysocharis aeneiscapus* Ths. bzw. *boops* Ths., *Pnigalio longulus* Zett. und *Angitia cf. nana* Grav. in der Lage sein, merkbare Beeinflussungen des Massenwechsels hervorzurufen.

Im Gegensatz zu den beiden letztgenannten Arten tritt *Ch. aeneiscapus* Ths. bzw. *boops* Ths. bei allen Generationen gleichmäßig auf (vgl. Tab. 7, S. 281) und scheint ein hinreichend breites Wirtsspektrum zu besitzen, das nach dem Zusammenbruch von *Lyonetia*-Gradationen den eigenen Fortbestand gewährleistet. *A. cf. nana* Grav. kann für die Ausschaltung der 1. Miniermotten-Brut wichtig sein. Ob weitere *Angitia*-Generationen im Laufe des Sommers in anderen Wirten heranwachsen, wurde nicht ermittelt. *P. longulus* Zett. (s. str.) scheint auf Grund seiner Lebensweise artspezifisch zu sein. Sein geringes Auftreten bei der 1. und 2. Miniermotten-Generation mag, falls es die Regel und nicht nur eine Ausnahme für 1951 bildet, auf starke Einbußen während des Winters zurückzuführen sein.

Die Verluste, die *L. clerkella* L. in den Jahren 1951–1953 im Raum Bonn durch Parasiten erlitt, fallen allerdings für den Rückgang der Populationsdichte nicht wesentlich ins Gewicht. Nach der von Bremer (1929, 255–259; vgl. auch Zwölfer, 1930, 727–729) aufgestellten Formel berechnet sich der „normale Vernichtungsquotient" (= „Gleichgewichtswiderstand" bei Zwölfer, l. c.) bei einer angenommenen Eizahl von 50 je Weibchen zu 96 %. Das heißt: 96 % der Gesamtnachkommenschaft einer Generation müssen vor eigener Fortpflanzung ausgeschaltet werden, wenn der Bestand an sich fortpflanzenden Geschlechtstieren gegenüber der Ausgangsgeneration gleich bleiben soll.

Der tatsächliche Anteil ausgemerzter Tiere errechnet sich nach der von Zwölfer (1930, 735–738; vgl. auch 1932, 10) entwickelten „Populationsgleichung" aus den einzelnen „speziellen Vernichtungswerten" (= prozentuale Einbußen der einzelnen Stadien einer Generation). Er wurde für die

Parasitierung (nicht für alle Begrenzungsfaktoren! vgl. S. 288, Tab. 10) einer Reihe von *Lyonetia*-Generationen ausgerechnet. Die in Tab. 8 zusammengestellten Zahlen sind die abgerundeten, teilweise geschätzten „speziellen Vernichtungswerte" für die L_3 in den Minen und die Altraupen bzw. Puppen in den Gespinsten. Zu beachten ist, daß besonders bei der Ausschaltung der minierenden Altlarven außer parasitischen Eulophiden andere Faktoren beteiligt waren (vgl. S. 289). Aus der Tabelle geht hervor, daß Schmarotzerwespen im Raum Bonn nie über 83 % der bis ins Altraupenstadium gekommenen Individuen einer Generation ausmerzten.

Tabelle 8

Dezimierung der einzelnen *Lyonetia*-Generationen durch Parasiten im Raum Bonn in den Jahren 1951–1953[1]

Generation und Jahr	Ausschaltung der Altraupen in den Minen in %	Ausschaltung der eingesponnenen Raupen und Puppen in %	Gesamtausschaltung durch Parasitierung in %
1./51	*25*	*50*	*63*
2./51	*30*	*20–40* (geschätzt)	*44–58*
3./51	*20* (geschätzt)	*50*	*60*
1./52	*20*	*30*	*44*
2./52	*60*	*50*	*80*
3./52	*60*	*25*	*70*
4./52	praktisch Null	praktisch Null	praktisch Null
1./53	*30*	*75*	*83*
2./53	wegen geringen Befalls nicht zu ermitteln		
3. + 4./53	wegen geringen Befalls nicht zu ermitteln		

[1] Die Prozent-Werte ausgeschalteter Tiere für die einzelnen Stadien addieren sich nicht einfach, da sie jeweils auf verschiedene Ausgangsgrößen bezogen sind. Z. B. ist die Bezugsgröße = 100 % für die eingesponnenen Raupen der (u. U. sehr geringe) Teil der Gesamtnachkommenschaft, der nach Wirksamwerden der die früheren Entwicklungsstadien dezimierenden Faktoren übriggeblieben ist.

In anderen Bezirken scheint jedoch die Parasitierung der Raupen in den Minen die Hauptursache für den Zusammenbruch der Gradation gewesen zu sein. So wurde (nach mündl. Mitt. v. Herrn Dr. Günthart vom 29. 10. 1952) 1952 im Wallis die 3. Generation durch Ektoparasiten an den minierenden Raupen ausgeschaltet. Auch an einzelnen Orten des Südschwarzwaldes waren nach eigenen Beobachtungen Minenparasiten offenbar wesentlich am Gradationsabfall beteiligt[11]. An den meisten Beobachtungsorten in verschiedenen Höhenlagen (290–720 m) war 1952 eine 3. *Lyonetia*-Brut überhaupt nicht zustandegekommen. Von 80 Altminen, die zur Zeit der 3. Generation aus Grafenhausen (Schwarzw.) eingesandt wurden, bargen 61 tote, meist erkennbar parasitierte Raupen. Auch in Friesenheim (Kreis Lahr, Oberrh.) waren am 10. 9. die meisten Minen mit toten, wohl parasitierten Raupen besetzt.

[11] Den Herren Dr. H. Engel (Freiburg i. Br.) und Dr. E. Bender (Meersburg) sowie den unter ihnen arbeitenden Pflanzenschutzassistenten des Pflanzenschutzamtes Freiburg i. Br. sei für ihre freundliche Unterstützung bei meinen Freilanduntersuchungen in Südbaden herzlich gedankt.

b. Räuber

Zum Unterschied von parasitischen Hymenopteren sind räuberische Arthropoden für den Massenwechsel offenbar bedeutungslos.

Die Tätigkeit von Räubern konnte im Freien nur einmal beobachtet werden: Ameisen, wahrscheinlich *Lasius niger* L., die die zahlreichen Blattläuse an einem jungen Apfelbaum besuchten, ergriffen frisch aus den Minen ausgewanderte Raupen mit den Mandibeln und trugen sie fort. Der Vorgang ließ sich im Labor wiederholen. Das weitere Schicksal der in den Erdboden verschleppten Opfer war nicht zu klären. Trotz der Häufigkeit von *L. niger* L. dürfte deren Raubtätigkeit keine praktische Bedeutung besitzen, weil die ausgewanderten Raupen nur für wenige Stunden dem Zugriff der Ameisen ausgesetzt sind.

Weitere Räuber konnten nur vereinzelt in Zuchten festgestellt werden. So waren von 63 Puppen, die an Blättern angesponnen in einem Karton verschickt wurden, 6 völlig leer. Sie erschienen dabei äußerlich unbeschädigt und waren weder ausgetrocknet noch zusammengefallen. In der Sendung fand sich eine Altlarve von *Chrysopa spec.*, die wohl die Puppen ausgesogen hatte. In einem Fütterungsversuch saugte eine *Chrysopa*-Larve, der einige Tage vorher eine verpuppungsreife Raupe von *Hyponomeuta padellus malinellus* Z. zum Opfer gefallen war, eine frisch ausgewanderte *Lyonetia*-Raupe leer[12].

In entsprechenden Versuchen fraß *Forficula auricularia* L. spinnende und eingesponnene Raupen. – Auch zwei (undeterminierte) Raubwanzen, die an Kirschbäumen gefangen wurden, besaugten eingesponnene *Lyonetia*-Raupen. Ein Angriff auf noch minierende L_3 wurde nicht direkt beobachtet, ist aber als wahrscheinlich anzunehmen, da 2 der einer Wanze gebotenen Raupen in den Minen nach ½–1 Tag tot waren. Eine von ihnen wurde nach Freipräparieren aus der Mine von der Wanze völlig leergesogen[13]. – Schließlich wurde eine von April bis Oktober an den Obstbäumen häufig zu findende Milbe (wahrscheinlich Trombidiide) beim Aussaugen eingesponnener Raupen beobachtet.

Daß alle diese Räuber nicht merklich ins Gewicht fallen, geht aus dem praktisch völligen Fehlen ausgeräuberter Puppenwiegen hervor.

c. Mycosen

Stary (1938, 145–146) fand außer auf dem Rübenderbrüßler *Bothynoderes punctiventris* Germ. auch auf den Raupen von *L. clerkella* L. den parasitischen Pilz *Botrytis (Beauveria) bassiana* Bals. Er führt den Rückgang der Miniermotten-Gradation von 1935 in Mähren und Schlesien auf diesen Pilz zurück, glaubte allerdings, daß parasitische Hymenopteren bei *L. clerkella* L. ganz fehlten.

Der Pilz ist als Erreger der Seidenraupen-Kalksucht bekannt, und Berthilde Zimmermann (1954, 66) fand vereinzelt Raupen von *Cydia pomonella* L. von einem Vertreter der „*Beauveria bassiana*-Gruppe" befallen (vgl. auch Sachtleben, 1941, 12–14). Nach Starý (l. c.) fallen mehr minierende Raupen, als allgemein bekannt, dieser Mycose zum Opfer. Die bald absterbenden Tiere werden von innen her vom Myzel durchwuchert und stellen bald eine „wachsartige Substanz" dar. Das Pilzmyzel kann durch Raupenhaut und Blattepidermis nach außen dringen und auf der Blattoberfläche Sporen ausbilden. Dadurch werden angeblich Raupen nach Verlassen der Minen infiziert.

Eine Verpilzung von Raupen in den Minen wurde – mit Ausnahme einiger Fälle von ganz offenkundig sekundärem Pilzbefall – in den Jahren 1951 bis 1953 nicht beobachtet. Ob einige tot in den Minen gefundene Altraupen *B. bassiana* Bals. zum Opfer fielen, war nicht zu ermitteln[14]. In nennens-

[12] Erwähnt sei, daß Tower (1915, 431) beobachtete, wie eine Larve von *Ch. rufilabris* Burm. eine in einem Blatt von *Cynoglossum officinale* minierende *Agromyza*-Larve aussaugte.

[13] Nach Clausen (1940, 589) wurden Raupen einer *Lithocolletis*-Art von der *Acanthocoris nemoralis* F. durch die Minenwand hindurch ausgesogen.

[14] Die Veröffentlichung von Starý gelangte erst nach Abschluß der vorliegenden Untersuchungen zur Kenntnis des Verfassers.

wertem Maße war der Pilz jedoch keinesfalls am Zusammenbruch der letzten Gradation beteiligt.

Vor allem im Spätsommer 1951 wurden vereinzelte Puppenwiegen gefunden, deren Bewohner mit einem dichten, dunkel olivbraunen Pilzmyzel bedeckt waren. Schon 1950 war der Pilzbefall solcher Exemplare von Herrn Prof. LAKON (Stuttgart-Hohenheim) als sekundär angesprochen worden. Der Pilz selbst wurde nicht determiniert.

C. Kausal ungeklärte Massenwechselfaktoren

a. Leere Eiablagestellen

Bei aus dem Freiland eingetragenen Blättern wurden immer wieder in wechselnder, aber stets geringer Anzahl Einstichstellen gefunden, die den Eiablagestellen von *L. clerkella* L. stark glichen, aber keine Eier oder Reste von solchen enthielten. Offenbar waren sie nicht belegt worden, und die Falter hatten lediglich das Blatt angestochen (vgl. S. 168).

Zum Unterschied von offenbar unbelegten Einstichstellen fanden sich ganz vereinzelt leere Eiablagestellen, die Reste des Chorions aufwiesen. Geschlüpfte L_1 waren nicht aufzufinden. Welchen Einwirkungen diese Eier zum Opfer fielen, blieb ungeklärt. Zahlenmäßig war ihre Vernichtung, soweit erkennbar, ohne Bedeutung.

b. „Jungraupensterben"

aa. Symptome

Als am stärksten wirksamer Vernichtungsfaktor für die Sommergenerationen stellte sich ein im Raum Bonn und andernorts auftretendes „Jungraupensterben" heraus. Wo dieses vorkommt, fällt eine verhältnismäßig große Anzahl junger, wenige mm langer Minen auf, an deren Enden das Blatt häufig rötlich bis braun verfärbt ist. Bei Kirschblättern bildet sich dort in der Regel eine eng umgrenzte, braun-nekrotische Stelle aus, die später aus der Blattfläche ausgestoßen wird (Abb. 31). Die entstehenden Löcher ähneln den durch die Schrotschuß-Krankheit *(Clasterosporium carpophilum* Ad.) hervorgerufenen. Präpariert man die Minenenden vor der Nekrosebildung auf, so findet man in ihnen tote L_1 oder L_2, von denen in der Regel außer der gut erhaltenen Kopfkapsel nur die leere, braun verfärbte, zu einem dünnen Faden verklebte Haut übrig ist. In sehr vielen Fällen ist aber von der Raupe nichts mehr zu finden. Die Ursache des „Jungraupensterbens" ist noch ungeklärt.

Larven, Puppen, verlassene Puppenhüllen oder Ausschlüpföffnungen von Parasiten sind nicht vorhanden, obwohl die Reste der toten Raupen einen „leergesogenen" Eindruck machen und denen parasitierter gleichen. Es ist nicht anzunehmen, daß die Jungraupen von Räubern durch die Minenwand ausgesogen waren, da dort, wo das „Jungraupensterben" stark auftrat, kaum räuberische Sauginsekten (z. B. Raubwanzen oder Chrysopiden-Larven) vorkamen.

Dagegen ist nicht unwahrscheinlich, daß die Junglarven einer Bakteriose zum Opfer gefallen sind: Wenn den Jungminen noch nicht anzusehen war, ob sie toten Inhalt bargen, wurden bei Präparationen auffallend zahlreiche vollturgeszente, aber starre Jungraupen gefunden. Da sie wegen ihrer geringen Größe meist bei der Freilegung verletzt wurden, war nicht festzustellen, ob sie noch lebten. Der pralle, starre Habitus und der Umstand, daß bei manchen tot aufgefundenen L_3 (!) der Darm in ganzer Länge mit dunklem Inhalt gefüllt war, sind Parallelerscheinungen zu den Bakteriosen anderer Schmetterlingsarten, die den Tod der Raupen durch Darmschluß bewirken[13]. Jedoch scheint auch ein Absterben auf Grund von Abwehrreaktionen der Pflanze (z. B. Gummifluß, vgl. S. 183, 187) nicht aus-

[13] Mündl. Mitt. v. Herrn Prof. HERING vom 3. 9. 1954.

geschlossen. Die Blattnekrosen an den Minenenden haben mit den für *P. serotina* Ehrh. geschilderten (S. 182) die Beziehungslosigkeit zur Blattnervatur gemeinsam.

bb. Auftreten und Bedeutung

Auffällig wurde das Phänomen erstmalig zur Zeit der 2. Generation 1951. Die 3. Brut wurde schon stark davon betroffen.

Tab. 9 bringt die Ergebnisse von Auszählungen, bei denen das Verhältnis von Blättern mit nur jungen Minen zu solchen mit mindestens einer Altmine ermittelt wurde. Die genaue Zählung der Jungminen war wegen deren unübersichtlichen Verlaufs nicht möglich. Außer bei den Jungbäumen in Friesdorf war an allen Standorten eine beträchtliche Zahl Raupen auf dem Jugendstadium ausgeschaltet. (Die Blätter mit Altminen trugen oft auch noch Jungminen.)

Ein Bild von der relativen Bedeutung des „Jungraupensterbens" im Sommer 1952 im Raum Bonn gibt Tab. 10. In ihr ist die Auswirkung *aller* erfaßbaren Vernichtungsfaktoren („empirischer Vernichtungsquotient", vgl. Bremer, 1929, 255–259; „Gesamtwiderstand", vgl. Zwölfer, 1930, 738) auf die 2., 3. und 2. + 3. Generation 1952 in Friesdorf berechnet. Dabei wurde die Ausschaltung von Eiern und Faltern nicht berücksichtigt, da hierfür aus methodischen Gründen keine Werte zu ermitteln waren. Tatsächlich liegt also der Prozentsatz vor der Fortpflanzung vernichteter Tiere höher als angegeben. Ferner ist der jeweilige „Vermehrungskoeffizient" (vgl. Bremer, l. c.) gegenüber der Ausgangspopulation angeführt, das ist die Zahl geschlechtsreif gewordener Nachkommen, die auf jeden Falter (beiderlei Geschlechts) der Ausgangsbevölkerung entfällt.

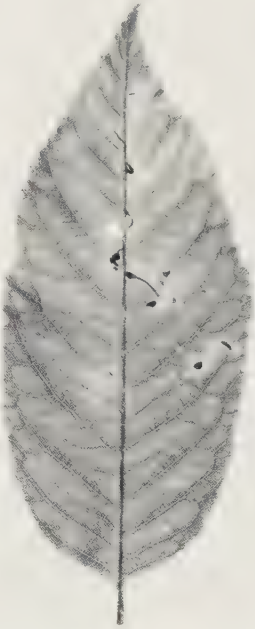


Abb. 31. Süßkirschblatt mit zahlreichen Jungminen (kurze, teils dunkle Striche), an deren Enden engumgrenzte, teilweise aus der Blattfläche gelöste Gewebsnekrosen. Typisches „Jungraupensterben"

Aus Tab. 10 geht hervor, daß bei der 2. Generation 1952 der „normale Vernichtungsquotient" nicht ganz erreicht, bei der 3. aber überschritten war. Bei Anwendung der Populationsgleichung für 2. + 3. Brut (vgl. Zwölfer, 1930, 753; 1931, 489) errechnet sich für die 3. Generation eine Anzahl Falter, die etwa gleich der der 1. (= Ausgangspopulation) ist („Vermehrungskoeffizient" ungefähr 1,1 bzw. 0,9). Dies bedeutete für die Entwicklung der Population im Verlauf des Sommers, daß der 4. Brut die Bedeutung einer normalen 2. zukam. Für den Schadbefall der Bäume liegen die Verhältnisse ähnlich, da der Hauptanteil der Raupen der 2. und 3. Generation als L_1 und L_2 ausgeschaltet wurde, deren Minen keine Schädigung verursachen. Trotz praktischen Fehlens von „Jungraupensterben" und Parasitierung bei der 4. Brut (vgl. S. 271) gelangte also 1952 eine relativ geringe Falterzahl zur Überwinterung. Die durch die in Tab. 10 aufgezeigte Dezimierung hervorgerufenen Populationsschwankungen am Beobachtungsort Friesdorf während der 2. und 3. Generation 1952 sind in Abb. 32 dargestellt.

Tabelle 9

„Jungraupensterben" bei der 3. Generation 1951

Datum (IX. 1951)	Beobachtungsort	Wirtspflanze	Zahl der untersuchten Blätter	davon mit nur Jungminen
6.	Friesdorf	Apfel	60	32 = *53* %
10.	Höfchen	Süßkirsche	70	42 = *60* %
10.	Höfchen	„Schöner v. Boscoop"	40	31 = *78* %
10.	Höfchen	„Croncels"	40	33 = *83* %
10.	Höfchen	Apfel	20	12 = *60* %
12.	Friesdorf	Apfel (Jungpflanzung)	100	3 = *3* %

Tabelle 10

Auswirkung aller erfaßbaren Vernichtungsfaktoren auf die 2. und 3. Generation 1952 in Friesdorf[1]

Generation und Jahr	Ausschaltung der Jungraupen in %	Ausschaltung der minierenden Altraupen in %	Ausschaltung der eingesponnenen Raupen und Puppen in %	Gesamtausschaltung in % — „empirischer Vernichtungsquotient"	„normaler Vernichtungsquotient" in %	„Vermehrungskoeffizient"
2./52	*70*	*65*	*50*	*94,76*	*96,0*	1,31
	(70)	*(60)*	*(50)*	*(94,0)*		(1,5)
3./52	*90*	*62*	*26*	*97,188*	*96,0*	0,703
	(90)	*(60)*	*(25)*	*(97,0)*		(0,75)
2. + 3./52				*99,85*	*99,84*	0,938
				(99,82)		(1,125)

[1] Vgl. die Fußnote zu Tabelle 8. – Die Dezimalstellen ergeben sich aus der Anwendung der „Populationsgleichung". Wegen der Ungenauigkeit der einzelnen „speziellen Vernichtungswerte" kommt ihnen praktisch keine Bedeutung zu. Die in Klammern gesetzten Zahlen gelten für die abgerundeten Werte, die auch in Tabelle 8 verwendet wurden.

Die Zahl der Jungraupen ist entsprechend der Befallsdichte der jeweils jung ausgetriebenen Blätter (Sauerkirsche) durch die 2. (35 % mit 1,4 Minen/Blatt) und 3. Brut (51 % mit 1,4 Minen/Blatt) angesetzt. Das Verhältnis 35 : 51 = 1,46 entspricht weitgehend dem unter Vernachlässigung der Falter- und Eisterblichkeit errechneten „Vermehrungskoeffizienten" von 1,31 (1,50) (vgl. Tab. 10). Die für die 1. Generation eingetragene Falterzahl ist geschätzt, das Verhältnis L_3 : Puppenwiegen (eingesponnene Raupen + Puppen) : Faltern basiert auf Auszählungen. Wegen des Fehlens von Werten für die Ausschaltung der Jungfalter und Eier wurde die Kurve nur im Bereich Jungraupen – Falter ausgezogen. Die Stadienbezeichnungen stehen an den Kurvenpunkten, die der relativen Individuenzahl jedes Stadium v o r Wirksamwerden der jeweiligen Vernichtungsfaktoren entsprechen.

Ähnlich wie in Friesdorf lagen die Verhältnisse in Duisdorf. Ein starker Unterschied bestand allerdings hinsichtlich des „speziellen Vernichtungswertes" für die eingesponnenen Raupen und Puppen der 2. Generation: Während diese in Friesdorf zu 50 % ausgemerzt waren (vgl. Tab. 8 u. 10), wiesen in Duisdorf am 5. 7. von 373 Puppenwiegen nur 3 *Angitia*-Befall auf. Die 3. Brut wurde fast 100%ig durch das „Jungraupensterben" ausgeschaltet.

Auch in verschiedenen Gegenden Südwestdeutschlands starben zur Zeit der 2. Generation die Jungraupen in starkem Maße ab. Dies ging aus der Untersuchung von am 8. bzw. 10. 7. (2. Generation) eingeschicktem Blättermaterial aus Kehl (Oberrh.) und Murg (Hochrh.) hervor.

Über die Ausschaltung der jungen Raupen der 3. Generation in Lahr (Oberrh.) gibt Tab. 11 Aufschluß.

Das betreffende Material wurde am 21. 8. eingesandt. Es handelte sich augenscheinlich um ausgesuchte, besonders stark befallene Blätter (Kirschlaub mit häufig über 50, durchschnittlich 25,5 Minen/Blatt). Von 25 präparierten Jungminen enthielt keine eine lebende, 4 bargen eine parasitierte Raupe. Auch in diesem Fall wurde also der „normale Vernichtungsquotient" von 96,0 überschritten!

Bei Untersuchungen an Ort und Stelle am 31. 8. und 10. 9. zeigte sich, daß die 3. Generation in Lahr praktisch völlig ausgeschaltet und eine 4. nicht aufgekommen war.

Die Zweige der Bäume mit starkem Nachtrieb, die hauptsächlich an Faltern der 2. Generation belegt worden waren, zeigten von der Basis zur Spitze eine deutliche Staffelung: Zahlreiche Altminen (1. + 2. Generation, praktisch nur Jungminen (3. Generation), keine Minen. Die jüngsten, für eine 4. Brut in Frage kommenden Blätter waren unbelegt geblieben.

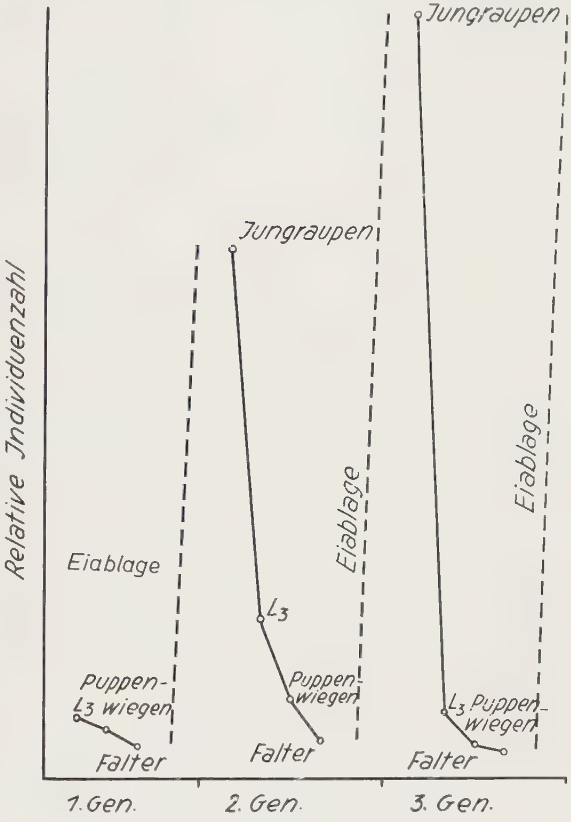


Abb. 32. Populationsschwankungen während der 2. und 3. Generation 1952 in Friesdorf

Wie Tab. 10 und Abb. 32 für Friesdorf und Tab. 11 für Lahr zeigen, war also das „Jungraupensterben" der wichtigste Faktor für die Niederhaltung der 2. und 3. Generation und somit für das Ausbleiben eines stärkeren Altminenbefalls im Sommer 1952. Allerdings kam im Raum Bonn eine ausgeprägte, relativ starke, wenngleich absolut schwache 4. Generation zur Ausbildung. Bei ihr trat – ebenso wie bei allen Bruten des Jahres 1953 – das „Jungraupensterben" nicht merklich in Erscheinung, und Parasiten waren kaum vorhanden. Eine Erklärung hierfür fehlt.

c. *Absterben von Altraupen*

In Einzelfällen fanden sich immer wieder Altraupen in den Minen, die tot, aber nicht erkennbar parasitiert waren. Bei ihrem Absterben mögen verschiedene Ursachen mitsprechen. Ein Teil der Raupen war wohl mit Parasiteneiern oder kleinen Endoparasitenlarven besetzt, die der Beobachtung

entgingen. In manchen Fällen mögen auch Schmarotzerlarven zugrundegegangen und daher nicht mehr aufzufinden gewesen sein. (Zweimal wurde eine kleine, verjauchte Ektoparasitenlarve in einer Mine beobachtet!) Zum Teil sind aber andere Ursachen, vielleicht Bakteriosen, für das Absterben der Raupen verantwortlich. So wurde eine tote L_3 gefunden, die an einem eingetopften Apfelbaum ex ovo erzogen und Schlupfwespen nicht zugänglich gewesen war.

Tabelle 11

Dezimierung der 3. *Lyonetia*-Generation in Lahr 1952[1]

Wirtspflanze	Zahl der Blätter	Gesamtzahl der Minen	davon jung	entsprechend %	Altminen mit totem Inhalt	entsprechend %	lebende L_3 od. verlassene Minen	entsprechend %	Gesamtausschaltung in % - „empirischer Vernichtungsquotient"
Quitte	20	122	104	*85*	15	*12*	3	*3*	*97*
Süßkirsche	20	ca. 510	ca. 465	*91*	34	*7*	11	*2*	*98*
Apfel	4	17	14		3		0		*(100)*

[1] Hier addieren sich die einzelnen Prozentwerte zum „empirischen Vernichtungsquotienten", da sie sich alle auf die gleiche Ausgangsgröße („Gesamtzahl der Minen") beziehen!

Auch eingesponnene L_3 wurden bisweilen tot gefunden, ohne daß die Ursache hierfür zu ermitteln gewesen wäre. Zum Teil standen sie unmittelbar vor der Puppenhäutung, so daß die Körperform der Puppe schon erkennbar war. Einige starben auch während der Häutung, wenn Kopf und Thorax bereits aus der Raupenhaut herausgetreten waren. Auch in diesen sehr seltenen Fällen wurde über die Todesursache nichts bekannt.

3. Prognosemöglichkeiten

Die Möglichkeit, auf Grund des hier zusammengetragenen Materials Prognosen über die Vorbedingungen für künftigen *Lyonetia*-Befall zu stellen, erscheint aus verschiedenen Gründen gering. Erstens wurden die vorliegenden Untersuchungen erst nach der Krisis der letzten Gradation begonnen, so daß über die Gründe für deren Zustandekommen nur nachträgliche Vermutungen angestellt werden können. Zweitens werden die Populationsbewegungen von so zahlreichen, örtlich und zeitlich sowohl quantitativ wie qualitativ verschiedenen Faktoren geregelt, daß Vorausberechnungen kaum möglich sein dürften.

Dennoch läßt sich an Hand des vorliegenden Untersuchungsmaterials folgern, daß einige die Vermehrung begrenzende Faktoren eine wichtige Rolle spielen. In den Jahren der letzten Massenvermehrung haben sie sich nicht voll auswirken können. Infolgedessen und wohl außerdem durch Zustandekommen spezifisch fördernder Bedingungen kam es zur Übervermehrung. Der Zusammenbruch wurde dann offenbar durch verstärktes Angreifen einiger Vernichtungsfaktoren und Wegfall der förderlichen Komponenten verursacht:

Während der Beobachtungsjahre fiel der schädigende Einfluß winterlicher Witterung auf überwinternde Falter wohl am stärksten ins Gewicht. Einzelfaktoren dieses Komplexes waren allerdings qualitativ nicht aufzuklären. Quantititiv ergab sich ihre Bedeutung aber aus den sehr geringen Individuenzahlen der 1. Generationen aller Beobachtungsjahre. Niedrige Apriltemperaturen verhinderten 1950 und 1951 höchstwahrscheinlich das Aufkommen einer 4. Brut, und 1952 griff das „Jungraupensterben" entscheidend bei der Dezimierung der Sommergenerationen ein. Im Raum Bonn spielten die parasitischen Hymenopteren in allen Beobachtungsjahren nicht die bedeutendste Rolle. Über ihre Auswirkung im Jahre 1950 kann nichts ausgesagt werden. An anderen Orten (Süddeutschland) schien ihnen aber 1952 gleiche Bedeutung wie im Bonner Gebiet dem „Jungraupensterben" zuzukommen.

Es ist anzunehmen, daß in Zukunft die gleichen Faktoren für die Begrenzung ausschlaggebend mitsprechen. Somit kann gefolgert werden:

Als befallsfördernd sind hohe Apriltemperaturen anzusehen, die zu frühem Austrieb der Wirtspflanzen und damit zu frühzeitiger Eiablage führen. Warme Sommer steigern die Entwicklungsgeschwindigkeit und ermöglichen dadurch die normale Ausbildung einer 4. Generation. Schließlich verhindern niedrige Temperaturen im Spätherbst und Vorfrühling unzeitgemäßen Flug überwinternder Falter. Neben diesen Faktoren mögen andere, noch ungeklärte, die Vermehrung begünstigen.

Gegenläufig, also begrenzend wirken sich dagegen aus:

1. Niedrige Temperaturen im April, die die Eiablage verzögern, so daß im Spätsommer keine 4. Generation aufkommt.
2. Niedrige Temperaturen im Spätsommer und frühen Herbst, die die Entwicklung der letzten Generation stören.
3. Relativ hohe Temperaturen im Spätherbst und Vorfrühling, die zu unzeitgemäßem Falterflug führen.
4. Im einzelnen noch ungeklärte Witterungseinflüsse, die während des Winters die Falter dezimieren.
5. Das kausal ungeklärte „Jungraupensterben", das die Sommergenerationen weitgehend ausschalten kann.
6. Schmarotzerwespen, denen ein Teil aller Generationen zum Opfer fällt.

Zeitliches Auftreten der 1. Generation, „Jungraupensterben", Parasitierung der Altraupen und Puppen sowie Störung der Entwicklung der Herbstgeneration sind der Beobachtung zugänglich und unschwer quantitativ zu erfassen. Mit Hilfe von „Populationsgleichungen" (z. B. Zwölfer, 1930, 735–737) können auf dieser Basis hinfort bei den Sommergenerationen Schlüsse auf die Stärke der jeweils folgenden Brut gezogen werden.

VII. Bekämpfung

1. Bisherige Vorschläge

In der älteren Literatur wurde als Bekämpfungsmaßnahme Zerdrücken der Raupen in den Minen, Absammeln der Puppenwiegen oder Vernichtung der minierten Blätter empfohlen. Solche Methoden sind im Erwerbsobstbau unanwendbar. Kemner (1926, 41–54) empfahl dagegen, miniertes Herbstlaub unter den Bäumen anzuhäufen, um so den parasitischen Chalcidiern, die z. T. als Puppen in den *Lyonetia*-Minen überwintern, im Frühjahr den Angriff zu erleichtern.

Theobald (1904, 41) schlug als erster chemische Bekämpfung durch Totspritzen des befallenen Laubes mit Arsenbrühe im September vor. Er riet ferner, im Frühjahr zur Verhinderung der Eiablage mit Paraffin-Emulsion zu spritzen. v. Kirchner (1912, 18; 1923, 423) sowie Riehm u. Schwartz (1927, 276) regten Verwendung von Quassia-Brühe zur Verpuppungszeit der 1. Generation an. Ewert (1913, 58–59) schlug als erster Anwendung von Nikotin vor. Die Bekämpfungshinweise von van den Broek u. Schenk (1925, 83–84), Reh (1925, 277) und Reich (1950, 114–115) beruhen auf der irrigen Voraussetzung einer Eiüberwinterung und bedürfen daher keiner Diskussion. Lüstner (1931, 189) und Helm (1935, 190–191) empfahlen Karbolineum gegen überwinternde Falter.

Kemner (l. c.), der erstmals umfassendere Experimente anstellte, erprobte mit Erfolg die Winterbehandlung mit Karbolineum gegen Imagines, legte den Schwerpunkt aber auf Vernichtung der Raupen im Sommer. Das Nikotinpräparat „Jofurol" zeitigte dabei in Freiland- und Laborversuchen gute Resultate gegen Raupen und Puppen. Zu gleichen Ergebnissen kam Ahlberg (1934) mit „Nicotoxinbad", während Derris- und Pyrethrum-Mittel in seinen gegen Puppen gerichteten Versuchen unbefriedigend wirkten. Oda (1934, 46–52) erzielte mit Nikotinsulfat und dem Derris-Präparat „Neoton" Erfolge gegen Raupen und Imagines der japanischen *Lyonetia*-Form.

Über die Wirkung synthetischer Insektizide gegen *L. clerkella* L. liegen erst wenige Berichte vor. Nach Reich (l. c.) vermag „eine Bekämpfung mit modernen Kontaktgiften während des Sommers ... den Befall etwas zu mildern". Nach Bender (1951, 108–109) konnten aber mehrere im Juni/Juli gegen die Blutlaus durchgeführte „E 605"-Spritzungen den Miniermotten-Befall nicht senken. Bosse (1952, 81–89) beobachtete, daß nach Gießbehandlung mit dem systemischen Insektizid „Systox" am 31. 7. 1951[15] die neu austreibenden Blätter bis dahin stark minierter Apfelbäume bis zum 16. 9. keinen Neubefall aufwiesen.

Gründlichere Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Insektizide führten Günthart u. Hoffmann (1951 a u. b; 1952; Günthart, Hoffmann, Hämmerli u. Klingler, 1951) durch. Das Nikotinpräparat „Grapol" erwies sich schon bei einmaliger Anwendung gegen Eier und Jungraupen der 2. Generation mit 99,8 % Abtötung als weitaus bestes der geprüften Mittel. Im übrigen wirkten lediglich „Deril" (Derris) bei einer Behandlung und „Aralo" (Parathion) + Bleiarsen bei drei Spritzungen mit 70 % noch befriedigend, alle anderen Mittel ungenügend, auch „Aralo" ohne Zusatz. Versuche gegen die 3. Brut brachten ähnliche Resultate. Bei Anwendung nach Schlüpfen der Eiraupen entfaltete auch „Aralo" mit 82 % Abtötung gute Wirkung. Die genannten Autoren halten 1–2 Spritzungen mit 0,3prozentigem „Grapol" gegen Mitte–Ende der Eiablagezeit für die 2. Generation für hinreichend. Statt „Grapol" könne das umfassender wirkende „Aralo" 0,15prozentig oder 0,1prozentig mit Zusatz von 0,5prozentigem Bleiarsen in 2–3 Behandlungen gegen die Jungraupen der 2. Generation verwendet und die Bekämpfung so mit der 3. und 4., evtl. 5. Nachblütespritzung (Schorf- und Obstmadenspritzung) kombiniert werden.

Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich „Grapol" kam Bachmann (1952, 75–77). „Aralo" entfaltete in seinen Versuchen eine deutliche Wirkung (78,3 % Abtötung).

Auf den Mitteilungen der genannten Autoren basiert wohl die Angabe von Heddergott (1953, 32): „Mehrmalige Anwendung von Nikotin oder „E 605" in der Spritzfolge hält die Art nieder."

[15] Anm. des Verf.: d. h. zur Zeit der Eiablage für die 3. Generation am Versuchsort Friesdorf.

2. Eigene Versuche[16]

Wegen des schwachen Befalls in den Versuchsjahren konnten die geplanten Bekämpfungsversuche nur z. T. durchgeführt, die angelegten nur teilweise ausgewertet werden. Die wenigen vorliegenden Ergebnisse sollen hier nur summarisch, unter weitgehendem Verzicht auf Zahlenangaben, referiert werden[17].

In einem Vorversuch mit „E 605 forte" 0,035 % gegen Raupen aller Stadien (1. Generation 1951 an Apfel, Friesdorf) zeigte sich, daß die zum Zeitpunkt der Spritzung vorhandenen Jungraupen die Behandlung nicht überlebt hatten, während 2/5 der Altlarven die Minen verlassen konnten. Danach erschien Bekämpfung der Jungraupen am ehesten erfolgversprechend.

Bei einem Versuch gegen Jungraupen (2. Generation 1951 an Apfel, Friesdorf) zeitigten die Präparate „Multexol" (HCH) 0,2 und 0,1 %, „Gesapon" (DDT) 1,0 und 0,5 %, „E 605 forte" 0,07 und 0,035 % und „Systox" 0,1 % fast („Multexol") oder ganz hinreichende Wirkung gegen die Jungraupen. „Gesapon" und „E 605 forte" bewirkten in beiden Konzentrationen 95- bis 100prozentige Abtötung, bezogen auf die Kontrolle. Die gleichen Mittel wirkten gegen Altraupen derselben Brut (Sauerkirsche, Friesdorf) weitaus schwächer; „Multexol" und „Gesapon" waren nur ungenügend wirksam. Auch die höhere „E 605"-Konzentration wirkte nicht befriedigend, gut dagegen „Systox" (87 % Abtötung). Aus den Versuchen ging hervor, daß alle genannten Mittel nicht nur gegen Jungraupen wirksam sind, sondern eine kurzfristige ovizide oder ovilarvizide Wirkung besitzen, die bei „E 605 forte" und „Systox" über mehrere Tage anzuhalten scheint.

Ein Großversuch mit verschiedenen Insektiziden gegen Jungraupen der 2. Generation 1952 (Apfel, Duisdorf) konnte wegen des geringen *Lyonetia*-Befalls nur teilweise ausgewertet werden. Bei der Bonitierung wurden die 4 jüngsten Blätter jeden Zweiges (Zone I) gegenüber den 6 folgenden (Zone II) getrennt gewertet. Es zeigte sich, daß gegen die jüngsten Stadien (in Zone I) „E 605 forte" 0,035 %, „Nikopren" (Nikotin) 0,2 % und „Aralo" (Parathion) 0,1 % + Bleiarsen 0,5 % sehr gut (über 97 % Abtötung), „Systox" 0,1 % gut (85 % Abtötung), „Grapol" (Nikotin) 0,3 % aber nur befriedigend wirkten. Schwächer war der Effekt aller Mittel gegen die in Zone II lebenden Raupen. Hier hielt „Nikopren" die Spitze. Obwohl das Versuchsergebnis wegen der geringen Individuenzahl keine sichere Beurteilung der Präparate zuläßt, erkennt man, daß bei Behandlung möglichst junger Stadien (Eier, L_1) „E 605 forte", Nikotinmittel und eine Kombination von Parathion und Bleiarsen in den üblichen Konzentrationen am stärksten und wohl hinreichend wirkten.

3. Diskussion der Bekämpfungsvorschläge

Die von Kemner (l. c.) vorgeschlagene biologische Bekämpfung (vgl. S. 291) erscheint wenig aussichtsreich, da die Zahl der am oder im Fallaub überwinternden Parasitenpuppen von zahlreichen Faktoren abhängt und nicht regu-

[16] Anmerkung während der Korrektur: Wegen der langen seit Durchführung der Versuche verstrichenen Zeit haben die Ergebnisse ihre Aktualität weitgehend eingebüßt.

[17] Die genauen Versuchsanordnungen und -ergebnisse sind in der 1954 erschienenen Dissertation des Verfassers angeführt.

lierbar ist. Immerhin dürfte die von den älteren Autoren empfohlene Vernichtung des Herbstlaubes unangebracht sein.

Die Auswirkung der in den meisten Obstbaubetrieben durchgeführten Winterspritzung auf die überwinternden Falter kann mangels eigener Beobachtungen hier nicht beurteilt werden.

Über die in manchen Punkten differierenden Ergebnisse der Sommerbehandlung ist folgendes zu sagen: Die unterschiedliche Wirkung von „Aralo“ in den Versuchen von GÜNTHART u. HOFFMANN (l.c.) und BACHMANN (l.c.) beruht vielleicht darauf, daß bei den Experimenten der erstgenannten Autoren die Eier noch nicht verlassen waren. (Vgl. S. 292.) Somit scheint „Aralo“ keine länger anhaltende ovizide oder ovilarvizide Wirkung zu besitzen, sondern nur oder doch vornehmlich die (fressenden) Jungraupen zu töten. Zu einem diesbezüglichen Vergleich mit dem auf gleichem Wirkstoff basierenden „E 605 forte“ reichen die eigenen Versuchsergebnisse nicht aus.

Auffällig ist die nicht zu erklärende relativ schlechte Wirkung von „Grapol“ gegenüber „Nikropen“ im eigenen Versuch. Im ganzen sind aber die Nikotinmittel nach den einheitlichen Befunden der zitierten Versuchsansteller als zuverlässig und hochgradig wirksam anzusehen.

Die fast durchweg guten Erfolge mit Präparaten verschiedenster Wirkstoffe gegen die Jungraupen und die weit schwächere Wirkung der gleichen Mittel gegen die älteren Larven zeigen, daß möglichst frühzeitige Bekämpfung notwendig ist. Die unterschiedliche Beurteilung von „E 605“ durch REICH (l.c.) und BENDER (l.c.) läßt sich so mit den verschiedenen Anwendungsterminen erklären. Auch die gute Wirkung von „Systox“, von der BOSSE (l.c.) berichtet, ist mindestens teilweise auf den günstigen Behandlungszeitpunkt zurückzuführen.

Zusammenfassend läßt sich folgern, daß wohl noch wichtiger als das verwendete Bekämpfungsmittel der *Zeitpunkt* der Behandlung ist. Dazu ist zu sagen, daß sich eine Bekämpfung der 1. Generation offenbar erübrigt. Erst am Ende der Entwicklung dieser stets schwachen, nicht schädlichen Brut ist abzuschätzen, wie stark die Folgegenerationen ausfallen werden. Im Bedarfsfall ist dann gegen die Jungraupen, d. h. spätestens bei Erscheinen der ersten größeren Miniergänge, der 2. Brut vorzugehen, nach deren Ausschaltung Maßnahmen gegen die 3. überflüssig sein dürften. Sollten solche notwendig werden, ist, soweit es sich um Einsatz hochgiftiger Insektizide handelt, bei Kirschanlagen auf Reifungszustand und voraussichtlichen Erntetermin der Früchte Rücksicht zu nehmen. Es empfiehlt sich, am Behandlungstermin einige noch unminierte Blätter in der Folge weiter zu beobachten und bei Auftreten neuer Jungminen die Behandlung nach etwa 10–14 Tagen zu wiederholen.

Über die Rentabilität von Sonderspritzungen gegen *L. clerkella* L. ist schwierig allgemein zu urteilen, in Epidemiejahren sind solche in Baumschulen, Jungpflanzungen und Kirschanlagen aber sicherlich ratsam.

In Apfelkulturen wird man bestrebt sein, die Miniermottenbekämpfung mit der Vernichtung von Schorf, Obstmade und Roter Spinne zu vereinigen. Die Versuche von GÜNTHART und HOFFMANN (l.c.) und die eigenen Untersuchungen haben gezeigt, daß gegen *L. clerkella* eine in Deutschland zur Apfelwicklerbekämpfung wenig gebräuchliche Kombination von Bleiarsen und Parathion hinreichend wirksam ist. Die genannten Autoren stellten bei ihrer Anwendung hochgradige Reduktion der Apfelwickler- und Spinnmilbenschäden fest. „Grapol“ bewährte sich zwar auch gegen Rote Spinne, wirkte

aber nicht durchschlagend genug gegen die Obstmade. Zur Miniermottenbekämpfung reicht Parathion ohne Bleiarsen-Zusatz oder ein DDT-Präparat aus. Dagegen sind die zur Niederhaltung der Apfelblattlaus in den Nachblütespritzungen gerne benutzten Gamma-Mittel nicht hinreichend wirksam. Auch das zur Zeit der Versuchsdurchführung im Obstbau gegen Rote Spinne häufiger verwandte „Systox" hält bei termingerechter Anwendung die Motte nieder.

Schwieriger als die Mittel sind die *Spritztermine* gegen die genannten Schädlinge aufeinander abzustimmen[18]. Zukünftigen Untersuchungen bleibt es daher überlassen festzustellen, ob bzw. unter welchen Voraussetzungen bei Massenvermehrungen *L. clerkella* L. *grundsätzlich* in einem Spritzgang mit Apfelwickler, Spinnmilbe und Apfelschorf ausgeschaltet werden kann. Bisher muß über diese Kombination noch von Fall zu Fall entschieden werden. Die Versuche von GÜNTHART u. HOFFMANN (l. c.) geben erste Hinweise. Ferner bleiben die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Sonderspritzung während Gradationsperioden zu prüfen.

VIII. Über die Artzugehörigkeit einer in Japan auftretenden *Lyonetia*

In der neueren europäischen Literatur (z.B. bei HEDDERGOTT, 1953, 31–32) wird öfters auf eine Veröffentlichung von ODA (1934, 46–52) Bezug genommen, die von schweren Schäden durch *L. clerkella* L. an Pfirsich in Japan berichtet. Die Art soll dort 7 Generationen jährlich bilden. Dies sowie die Bevorzugung von Pfirsich als Wirtspflanze ließen zweifelhaft erscheinen, ob es sich bei der erwähnten Form um die europäische *clerkella* L. handelt.

Zur Klärung dieser Frage sei eine wenig bekannte Arbeit von HARUKAWA u. YAGI (1918, 335–348) herangezogen. Dort heißt es, daß *Lyonetia* in Japan schon lange am Pfirsich bekannt ist (SASAKI, 1903, 381–383; 1910, 56–58). KUWANA u. TAKOCHIHO (1911, 99–102, cit. nach HARUKAWA u. YAGI, l. c.) untersuchten die Biologie des Schädlings, den sie als *L. clerkella* L. ansprachen.

HARUKAWA u. YAGI (l. c.) prüften die Berechtigung dieser Zuordnung und fanden Abweichungen bezüglich des Vorderflügelgeäders von der Beschreibung SPULERS (1910, 421–422) für die Gattung *Lyonetia* Hb. Farbabstufungen der Falter von silberweiß bis dunkelbraun wurden auch bei der japanischen Form in Abhängigkeit von der Jahreszeit festgestellt („summer form" und „autumn form"). Die weiblichen und männlichen Sexualarmaturen sind zu undeutlich abgebildet, um Übereinstimmung oder Abweichung in bezug auf die europäische Form erkennen zu lassen.

Die Autoren beobachteten in Freilandinsektarien bei Zucht von 7 Generationen im Jahr eine Entwicklungsdauer von $2^1/_2$ (Juli) bis $4^1/_2$ Wochen (Oktober). Für die Eiruhe wurden 2 (4. Generation) bis 16 (2. und 7. Generation) und für die Puppenruhe 3 (3. und 5. Generation) bis 9 Tage (1. und 7. Generation) ermittelt.

Die Eiablage fand meist nachts statt; der Vorgang war der gleiche wie bei *L. clerkella* L. in Europa, das Aussehen der Eiablagestellen ebenfalls. Als Wirtspflanzen sind nur Pfirsich und, als nur schwach befallen, *Prunus puvimura* angegeben. Versuche, Falter in Insektarien an Apfel-, Kirsch-, Pflaumen- oder Birnbäumen zur Eiablage zu bringen, verliefen erfolglos. Die Eizahl je Weibchen schwankte zwischen 21 und 132. Bei Ernährung mit Honigwasser, das gern aufgenommen wurde, betrug die Lebensdauer der Imagines 4–7 Tage. Die Falter der letzten Generation überwinterten.

Die Eier gleichen in Form und Größe denen von *L. clerkella* L. in Europa. Die Zahl der Raupenstadien beträgt wie bei dieser drei. Im Gegensatz zur europäischen *clerkella* L. sind auch L_1 und L_2 grün und besitzen rudimentäre Thorakalbeine, die aus einer leichten Vor-

[18] Wegen des geringen Befalls war es nicht möglich, die für 1952 in Zusammenarbeit mit der Gärtnerischen Versuchsanstalt Friesdorf geplanten Großversuche zur Kombination der Miniermottenbekämpfung mit den regulären Nachblütespritzungen durchzuführen.

wölbung des Integuments mit einem kurzen Fortsatz bestehen und bei der L_2 etwas größer als bei der L_1 sind. Die Altraupe unterscheidet sich von der der europäischen Form durch Fehlen des Nackenschilds und die helle, gelbliche Farbe der kaum sichtbaren Krallen an den Kranzfüßen. Die Mine scheint von der der europäischen *clerkella* L. etwas verschieden zu sein: Sie verläuft im Beginn schneckenförmig („like a helicoid figure"); nach der ersten Häutung miniert die Raupe dann mehr geradlinig weiter. Nach der beigegebenen Abbildung ist die Puppenwiege von gleicher Gestalt wie bei der europäischen Form, und die Puppe gleicht der Beschreibung nach der von *L. clerkella* L. in Europa. Sie unterscheidet sich jedoch von dieser nach den beigefügten Abbildungen dadurch, daß die beiden Fortsätze am Körperende auseinandergespreizt sind (vgl. Abb. 9).

Harukawa u. Yagi (l. c.) fanden 4 Chalcidier und eine Braconide als Parasiten und verweisen auf Kuwana u. Takochiho (l. c.), die 4 verschiedene Hymenopteren als Schmarotzer der japanischen Form fanden, darunter Angehörige der Gattungen *Glyptapanteles* und *Chalcides.*

Die Befunde von Harukawa u. Yagi (l. c.) lassen also zwar starke Ähnlichkeit der japanischen *Lyonetia* mit der in Europa endemischen *L. clerkella* L. erkennen, identisch sind beide Formen aber offenbar nicht.

Auch die Verfasser verweisen auf die Verschiedenheit der Wirtspflanzen, der morphologischen Einzelheiten bei den Altraupen, des Flügelgeäders (gegenüber den Angaben von Spuler, l.c.) und der Färbung der Vorderflügelspitzen (gegenüber der Beschreibung bei v. Heinemann, 1870/77, 703, u. Spuler, l. c.).

In den beiden letzten Punkten ist jedoch eine Einschränkung notwendig: Die Abbildung des Flügelgeäders bei Harukawa u. Yagi (l. c.) stimmt exakt mit der bei Kemner (1926, Abb. 2 B) und den eigenen Befunden für *L. clerkella* L. (Abb. 3) überein. Nicht zutreffend für *clerkella* L. ist dagegen die für die Gattung *Lyonetia* Hb. generell gegebene Beschreibung bei Spuler (l. c.) und die dort beigefügte Abbildung mit dem Flügelgeäder von *L. prunifoliella* ab. *padifoliella* Hb.: Hier ist die Ader $II_{4,5}$ ungegabelt, während sowohl bei *clerkella* L. als auch bei der japanischen Art II_4 zum Vorderrand und II_5 zur Flügelspitze läuft. Die Unterschiede in der Zeichnung des Vorderflügels sind nach der Beschreibung so gering, daß nach diesem Merkmal keine Arttrennung möglich erscheint.

Es verbleibt jedoch eine Reihe von Charakteristika, die die Abtrennung der japanischen Art von der europäischen *clerkella* L. rechtfertigen. Sie sind nachstehend einander gegenübergestellt:

Japanische *Lyonetia*-Art:	Europäische *L. clerkella* L.:
7 Generationen im Jahr.	2–4 Generationen im Jahr.
Nur an Pfirsich und *Prunus puvimura,* nie an Apfel, Kirsche, Pflaume, Birne.	Meist an Apfel und Kirsche, ferner an zahlreichen Rosaceen und *Betula,* nur vereinzelt an Pfirsich, dann absterbend.
L_1 und L_2 mit rudimentären, aber erkennbaren Thorakalbeinen, diese bei der L_2 größer als bei der L_1.	L_1 und L_2 vollständig beinlos.
Körperfarbe der L_1 und L_2 grün.	Körperfarbe der L_1 hyalin, der L_2 erst hyalin, dann gelb.
Kein Nackenschild bei der Altraupe.	Altraupe mit dunklem, zweiteiligem Nackenschild.
(Eiablage meist nachts.)	(Eiablage bei Tage häufig.)
(Imago nimmt Honigwasser als Nahrung zu sich.)	(Nahrungsaufnahme der Imago nicht festgestellt.)

Japanische *Lyonetia*-Art:	Europäische *L. clerkella* L.:
(Verlauf der Mine erst schneckenartig gewunden, nach 1. Häutung mehr geradlinig.)	(Keine plötzliche Veränderung im Minenverlauf nach einer Häutung.)

Die Form, die ODA (l. c.) vorlag, war mit größter Wahrscheinlichkeit die von HARUKAWA u. YAGI (l. c.) beschriebene Art. Zwar führt ODA auch Kirsche, Birne, Apfel, Aprikose und Pflaume als Wirtspflanzen an, mag diese Angaben aber der europäischen Literatur entnommen haben. Interessant ist, daß HARUKAWA u. YAGI das Auftreten von *Lyonetia* in Hokkaido an Apfel bekannt war. Ihrer Meinung nach handelt es sich dort vielleicht um die echte *clerkella* L.

Zusammenfassung

1. *L. clerkella* L. ist über Europa (einschließlich Großbritannien und Skandinavien) verbreitet. Ihr Auftreten in Japan ist nicht sicher belegt.

2. Das Vorkommen von Massenvermehrungen ist seit Jahrhunderten bekannt.

3. Falter, Ei, die drei Larvenstadien und die Puppe wurden beschrieben. Die Imago variiert stark in der Färbung: Im Frühsommer treten fast ausschließlich silberweiße, im Spätsommer überwiegend braune Exemplare auf. Die unterschiedliche Temperatur mag hierbei ursächlich beteiligt sein. Die hier erstmalig behandelten Raupenstadien L_1 und L_2 sind beinlos und unterscheiden sich somit stark von der L_3. Bei Altraupen und Puppen bilden die gut sichtbaren Hoden das einzige Merkmal zur Unterscheidung der Geschlechter.

4. Die Biologie aller Stadien wurde geklärt. Für die Entwicklung vom Ei zur Imago werden bei 20° C rund 30 Tage (Ei: 5–6, L_1 und L_2: je 3–4, L_3 in der Mine: 7–8, L_3 in der Puppenwiege: 1–3, Puppe: 8–11 Tage) benötigt. 3–4 Generationen jährlich bilden die Regel. Die Falter der letzten überwintern. Im Sommer leben die Imagines meist nur wenige Tage. Sie nehmen keine Nahrung auf. Die Eizahl je Weibchen kann mit rund 50 angesetzt werden. Die Ablage der Eier erfolgt einzeln in die Blattunterseite.

5. Als Wirtspflanzen dienen – abgesehen von einigen Xenophagie-Fällen – lediglich Vertreter der Pomoideen und Prunoideen unter den Rosaceen und die Gattung *Betula.* Ernährungsphysiologische Rassen liegen höchstwahrscheinlich nicht vor. Hauptwirtspflanzen sind Süß- und Sauerkirsche, Apfel, Ziergehölze der Gattung *Malus,* Mispel und Quitte. Pflaume und Zwetschge werden seltener, Birne fast nie, Aprikose überhaupt nicht befallen. An Pfirsich und einigen weiteren Prunus-Arten sterben die Raupen stets ab. Im Laufe jeder Vegetationsperiode findet – wohl auf Grund mechanischer Verhärtung des Apfellaubes – eine Befallsverlagerung von Apfel und Kirsche statt.

6. Die teils von anderen Autoren, besonders SCHNEIDER-ORELLI (1909, 158–181), teils durch eigene Beobachtungen ermittelten Minierschäden (Vertrocknungs- und Ringelungserscheinungen, Sekundärschäden durch Hagelschlag) und sonstigen Auswirkungen auf befallene Pflanzen (Callus-Bildungen, „grüne Inseln“, Saftaustritt) wurden besprochen. Während der Beobach-

tungsjahre 1951, 1952 und 1953 waren im Raum Bonn keine wirtschaftlich bedeutsamen Schädigungen erkennbar.

7. Die Massenvermehrungen während der letzten 60 Jahre wurden in einer Übersicht zusammengestellt, der Verlauf der bislang letzten Gradation (1947–1950) und ihres Zusammenbruchs (1951–1953) geschildert sowie einige den Massenwechsel beeinflussende klimatische und biotische Faktoren herausgestellt (vgl. S. 271).

Als Parasiten wurden folgende Schlupfwespenarten gezogen[19]: Die Eulophiden *Pnigalio longulus* Zett., *P.* cf. *longulus* Zett., *P. stramineipes* Ths., eine weitere *Pnigalio*-Art, *Colpoclypeus silvestrii* Lucch., *Chrysocharis aeneiscapus* Ths. oder *boops* Ths., *Ch. chrysostoma* Ths., 2 weitere *Chrysocharis*-Arten, *Omphale scutellatus* Ferr., ?*Omphale spec.*, *Closterocerus trifasciatus* Westw., *Achrysocharis lyonetiae* Ferr., *Pediobius (Pleurotropis) spec.*, eine Entedontine (indet.), *Cirrospilus vittatus* Walk., *C. pictus* Nees, *C. coracipennella* Först. und *Tetrastichus xanthops* Ratz., ein unbestimmbarer Chalcidier, die Ichneumoniden *Angitia* cf. *nana* Grav. und *Hemiteles spec.* sowie die Braconide *Apanteles corvinus* Reinh. 11 dieser Arten wurden in größerer Anzahl erzogen.

Als augenfälligster Begrenzungsfaktor trat – besonders 1952 – ein kausal ungeklärtes „Jungraupensterben" in Erscheinung. Wichtiger, wenngleich der Beobachtung nicht direkt zugänglich, erscheint der Einfluß ungünstiger Witterung auf überwinternde Falter. Die bisher letzte Massenvermehrung ist offenbar durch die hohen Apriltemperaturen der Jahre 1947–1949 begünstigt worden.

8. In Bekämpfungsversuchen zeitigten die Präparate „Nikopren", „E 605 forte" und „Aralo" (Parathion) + Bleiarsen gute Ergebnisse gegen Eier und Jungraupen. Für erfolgreiche Bekämpfung dieser Stadien ist die Wahl des richtigen Behandlungstermins (Sichtbarwerden von Jungminen) von entscheidender Bedeutung.

9. Auf Grund morphologischer und biologischer, besonders ernährungsphysiologischer Unterschiede konnte herausgestellt werden, daß es sich bei einer in Japan auftretenden *Lyonetia*-Form offenbar nicht um die europäische *clerkella* L. handelt.

Summary

1. *L. clerkella* L. is widespread in Europe, including Great Britain and Scandinavia. Its occurrence in Japan has not been definitely proved.

2. Outbreaks of this species have been known for centuries.

3. The moth, egg, the three larval instars and the pupa are described. The adult varies greatly in colour which could be connected with temperature. The 1st. and 2nd. instar larvae which are fully described for the first time are legless and thus very different from the 3rd. instar. In last stage larvae and pupae, the well marked testes are the only character differentiating the sexes.

4. The biology of all stages is explained. At 20° C., development from egg to adult takes about 30 days. 3–4 generations per annum are normal. In summer, the adults, which do not feed, live only a few days. The ~~larvae~~ of /adult

[19] Aufzählung in systematischer Reihenfolge.

the last generation hibernate. The number of eggs per female can be approximated at 50. The eggs are laid singly on the underside of the leaves.

5. Host plants are Pomoid and Prunoid spp., also the genus Betula. The main hosts are sweet and sour cherry, apple, ornamentals of the genus Malus, medlar and quince. The larvae die on peach and other Prunus spp. During the vegetative period, a transfer takes place from apple to cherry.

6. The damage caused by mines and other effects on attacked plants are described. In the area studied, no damage of economic importance was found.

7. The outbreaks up to the present are summarized. The course of a gradation (1947–1950) and its associated collapse are described, together with the climatic and biological factors influencing them. Various Ichneumons are parasites, 11 species being found in large numbers. The most striking limiting factor is a mortality of young larvae, the cause of which is not clear. The effect of unfavorable weather on the hibernating moths appears to be more important.

8. „Nikopren", „E 605 forte" and „Aralo" (Parathion) + lead arsenate are suitable for the control of eggs and young larvae. The time for control is: the appearance of young mines.

9. Judging by the morphological, biological and nutrition physiological differences, the Lyonetia species occurring in Japan is not the same as the European *L. clerkella.*

Literatur

(Die mit * versehenen Veröffentlichungen konnten nicht im Original eingesehen werden.)

Ahlberg, O.: Clercks minerarmal (*Lyonetia clerkella* L.). – Flygbl. Växtskyddsanst. No. 11, 6 S., Stockholm 1934.

Anonym: Massenauftreten von Miniermotten. — Mitt. Maag, Nr. 82, 1950.

— Die Obstbaumminiermotte (*Lyonetia clerkella* L.). – Pflanzenarzt **4**, Nr. 9, 7, 1951.

Babel, A.: Starkes Auftreten von *Lyonetia clerkella.* – Anz. Schädlingskde. **8**, 70–71, 1932.

Bachmann, F.: Möglichkeiten für die Bekämpfung der Miniermotte. – Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **61**, 75–77, 1952.

Bender, E.: Über die Obstbaumminiermotte. – Bad. Obst- u. Gartenbauer **4**, 108–109, 1951.

Berg, F. W.: Zur Kenntnis der Obstbaumminiermotte *Lyonetia clerkella L.*, ihres Massenwechsels und ihrer Bekämpfung. – Diss. Bonn (D 5), 217 S., 1954.

Berger, K.: Über Blattminen und Pflanzengallen der westlichen Oberlausitz (Bezirk Kamenz). – Isis Budissina **13** (1932/35), 89–101, 1936.

* Blattný, C., Novác, S., Kac, A. u. Ryzkov, N.: Report on adverse factors affecting cereals and beet, vegetables, fodder and commercial crops, fruits and ornamental plants in Bohemia during the vegetation period of 1938–39. (Tschechisch mit deutscher Zusammenfassg.) – Ochr. Rost. **16**, 5–18, 1940. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **35**, 100, 1947.

* Blattný, C., Novác, S., Kac, A., Starý, B. u. Ryzkov, N.: Report on the adverse factors affecting cultivated crops (with the exception of potatoes) in the vegetation period 1939–40 in Bohemia. (Tschechisch mit deutscher Zusammenfassg.) – Ochr. Rost. **17**, 5–13, 1941. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **35**, 100, 1947.

Bosse, G. U. C.: Versuche mit einem neuartigen Schädlingsbekämpfungsmittel im Gartenbau. – Höfchenbriefe, Heft 2, 81–89, 1952.

Bremer, H.: Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. – Z. angew. Entom. **14**, 254–272, 1929.

van den Broek, M. u. Schenk, P. J.: Ziekten en beschadigingen der tuinbouwgewassen. I B. Dierlijke en plantaardige parasieten in boomkweekerijen, bloemisterijen en tuinen. – 4. Aufl., 349 S., Groningen u. den Haag 1925.

Buhr, H.: Mecklenburgische Minen. III. Lepidopteren-Minen. – Stettiner Entom. Ztg. **96**, 131–151, 262–292; **97**, 303–317; **98**, 109–124, 1935/37.

— Parasitenbefall und Pflanzenverwandtschaft. – Englers Bot. Jb. **68**, 143–198, 1937.

— Einiges über bekannte und unbekannte europäische Schmetterlingsminen. – Z. Wiener Entom.-Ver. **26**, 201–208, 235–236, 246–247, 283–287; **27**, 23–32, 47–55, 72–78, 110–120, 130–135, 1941/42.
— Über das Verhalten einheimischer Eichenparasiten gegenüber einigen Formen und ausländischen Verwandten unserer Eichen. – Mitt. Deutsch. Dendr. Ges., Nr. 57, Jb. 1951/52, 108–127, 1952.
Calmbach, V.: *Lyonetia clerkella* L. – Entom. Z. **34**, 97–98, 1921.
Chambers, V. T.: On the changes that take place in the mouth-parts and legs of some leaf mining Lepidopterous larvae. – Amer. Entomologist **3**, n. S. **1**, 255–262, 1880.
Clausen, C. P.: Entomophagous insects. – 688 S., New York u. London 1940.
Della Beffa, G.: Gli insetti dannosi all'agricoltura e i moderni metodi e mezzi di lotta. – 978 S., Milano 1949.
Disqué, H.: Versuch einer microlepidopterologischen Botanik. – Iris (Dresden) **21**, 34–147, 1908.
Eckstein, K.: Die Schmetterlinge Deutschlands. **5**: Die Kleinschmetterlinge Deutschlands. – 223 S., Stuttgart 1933.
* Faes, H.: Station fédérale d'essais viticoles et arboricoles à Lausanne et Domaine de Pully. Rapports annuels 1943 et 1944. – Landw. Jb. Schweiz **59**, 671–707, 1945. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **35**, 145, 1947.
—, Staehelin, M. u. Bovey, P.: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen. – 636 S., Bern u. Lausanne 1948.
Ferrière, Ch.: Les parasites de *Lyonetia clerkella*. – Transact. IX. Int. Congr. Entom. 1951, **1**, 593–596, Amsterdam 1952.
— Parasites de *Lyonetia clerkella* en Valais (Hym. Chalcidoidea). – Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **25**, 29–40, 1952.
Frisch, J. L.: Beschreibung von allerley Insecten in Teutschland. **7**. – 31 S., Berlin 1728.
* Gerasimov, A. M.: Lepidoptera miners. I. Middle-Asiatic species of *Lithocolletis*. (Russisch mit deutscher Zusammenfassg.) – Bull. Leningrad Inst. Controll. Fm. For. Pests. No. 3, 197–248, 1932. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **21**, 121, 1933.
Goethe, R.: Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim a. Rhein für das Etatsjahr 1897/98. – 112 S., Wiesbaden 1898.
Grandi, G.: Morfologia et etologia comparata di insetti e regime specializzato. I.: La morfologia comparata di alcuni stati larvali di 20 Microlepidotteri minatori. – Boll. Lab. Entom. Bologna **4**, 223–337, 1931.
— (id.) IV.: La morfologia comparata di vari stati larvali di 30 Microlepidotteri minatori appartenenti a 15 generi a 11 famiglie. – Boll. Lab. Entom. Bologna **5**, 143–307, 1932/33.
Günthart, E. u. Hoffmann, E.: Obstmadenversuche und Beobachtungen über Miniermotte und Rote Spinne in Anlage 7, Dielsdorf 1951. – Techn. Orientierungsdienst Maag, T O 38, 2 S., 1951 (a).
— Bekämpfung der Apfelblattminiermotte. – Techn. Orientierungsdienst Maag, T O 36, 4 S. – Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **60**, 374–378, 1951 (b).
— Empfehlungen für die Miniermotten-Bekämpfung 1952. – Techn. Orientierungsdienst Maag, T O 36 (2. Ergänzg.), 2 S., 1952.
—, Hämmerli, E. u. Klingler, K.: Bekämpfung der Apfelblattminiermotte. – Techn. Orientierungsdienst Maag, T O 36 (Ergänzg.), 2 S., 1951.
Harukawa, Ch. u. Yagi, N.: The serpentine leaf-miner of the peach, a species of *Lyonetia*. – Ber. Ohara-Inst. landw. Forsch. **1**, 335–348, 1918.
Heddergott, H.: *Lyonetia* Hb. – Handb. Pflanzenkrankh. **4**: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen I., 2. Lieferg. – 5. Aufl., 518 S., Paul Parey, Berlin u. Hamburg 1953.
v. Heinemann, H.: Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz. 2. Abt.: Kleinschmetterlinge. **2**: Die Motten und Federmotten. – 825 + 102 S., Braunschweig 1870/77.
Helm, A.: Die Apfelblattminiermotte (*Lyonetia clerkella* L.). – Kranke Pflanze **12**, 190–191, 1935.
Henschel, G. A. O.: Die schädlichen Forst- und Obstbauminsekten, ihre Lebensweise und Bekämpfung. – 3. Aufl., 758 S., Berlin 1895.
Hering, M.: Oligophagie bei Blattminierern und ihre Verwendungsmöglichkeit zur Lösung pflanzenverwandtschaftlicher Probleme. – Kranchers Entom. Jb. **33/34**, 81–88, 1924/25.
— Die Oligophagie blattminierender Insektenlarven als Hilfsmittel der Pflanzenverwandtschafts-Forschung. – Naturforscher **2**, 1925/26, 393–397, 454–459, 1925.
— Biologie der Schmetterlinge. – 480 S., Berlin 1926 (a).
— Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven. – Zool. Bausteine **1**, Heft 2, 254 S., Berlin 1926 (b).

— Beiträge zur Kenntnis der Ökologie und Systematik blattminierender Insekten (Minenstudien VIII). I. Synopsis der Blattminen an Birke. – Z. angew. Entom. **13**, 156–170, 1928.
— Verfärbungserscheinungen an Pflanzenteilen unter dem Einfluß minierender Insekten. – V. Congr. Int. Entom. 1932, 550–555, Paris 1933.
— Die Blattminen an Apfel- und Birnbaum. – Anz. Schädlingskde. **9**, 149–159, 1933.
— Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas einschließlich Englands. – 361 S., Neubrandenburg 1935/37.
Hering, E. M.: Die Oligophagie phytophager Insekten als Hinweis auf eine Verwandtschaft der Rosaceae mit den Familien der Amentiferae. – Verh. VIII. Int. Kongr. Entom., 74–79, Stockholm 1950 (a).
— Monophagie und Xenophobie. Die Nahrungswahl phytophager Insekten und die geographische Herkunft ihrer Wirtspflanzen. – Naturwissensch. **37**, 531–536, 1950 (b).
— Biology of the leaf miners. – 420 S., 's-Gravenhage 1951 (a).
— Probleme der Xenophobie und Xenophilie bei der Wirtswahl phytophager Insekten. – Transact. IX. Int. Congr. Entom. 1951 (b), **1**, 506–513, Amsterdam 1952.
— Veränderungen in pflanzlichen Geweben unter dem Einfluß minierender Insekten-Larven. – Svensk Bot. Tidskr. **45**, 42–71, 1951 (c).
— Blattminierer verraten die Verwandtschaft von Pflanzen. – Kosmos **49**, 401–404, 1953 (a).
— Blattminen. – Neue Brehm-Bücherei **91**, 70 S., Leipzig 1953 (b).
Hiltner, L.: Pflanzenschutz, nach Monaten geordnet. – 1. Aufl., 433 S.; 2. Aufl., 391 S., Stuttgart 1909 u. 1926.
Houtman, G.: *Lyonetia clerkella* L. – De Fruitteelt, 541–543, 1952.
Kaltenbach, J. H.: Die deutschen Phytophagen aus der Klasse der Insekten. II. – Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westph. **15**, Neue Folge **5**, 77–192, 1858.
— Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. – 848 S., Stuttgart 1874.
Kemner, N. A.: Clercks minerarmal *(Lyonetia clerkella* L.) dess biologie och metoderna för dess bekämpande. – Medd. Centralanst. försöks. jordbruks. No. 301 (Ent. avd. No. 49), 59 S., Stockholm 1926.
v. Kirchner, O.: Die Obstbaumfeinde, ihre Erkennung und Bekämpfung. – 3. Aufl., 43 S., Stuttgart 1912.
— Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. – 3. Aufl., 679 S., Stuttgart 1923.
Linnaniemi, W. M.: Zur Kenntnis der Blattminierer speziell derjenigen Finnlands. I. – Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica **37**, No. 4, 1–138, 1913.
* v. Linné, C. (Linnaeus): Systema naturae. Ed. X. – Holmiae 1758.
Lüstner, G.: Die wichtigsten Krankheiten und Feinde der Obstbäume, Beerensträucher und des Strauch- und Schalenobstes. – 3. Aufl., 208 S., Stuttgart 1931.
* Massee, A. M.: Notes on some interesting insects observed in 1938. – Rep. E. Malling Res. Sta. 1938, 180–185, 1939. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **28**, 99–100, 1940.
— Notes on some interesting insects observed in 1950. – Ann. Rep. 1950, E. Malling Res. Sta., 144, 1951.
Motas, C. u. Zaharesco, V.: Sur la biologie du *Lyonetia clerkella* L. et les moeurs de sa chenille. – Bull. Acad. Roumaine **17**, 1935/36, 60–70, 1936.
Nikol'skaya, M.: List of Chalcid flies (Hym.) reared in U.S.S.R. – Bull. Entom. Res. **25**, 129–143, 1934.
Nördlinger, H.: Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. – 2. Aufl., 750 S., Stuttgart 1869.
* Oda, F.: On the serious outbraeks of *Lyonetia clerkella*, Linn., at Nittahara, Fukuoka Prefecture. (Japanisch.) – Journ. Plant. Prot. **21**, No. 1, 46–52, Tokio 1934. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **22**, 239, 1934.
Otten, E.: Gezogene Chalcididen und ihre Wirte. – Arb. morph. taxon. Entom. **7**, 177–202, 1940.
Pape, H.: Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen. – 3. Aufl., 559 S., Paul Parey, Berlin 1955.
* Parker, H. L. u. Smith, H. D.: *Eulophus viridulus* Thoms., a parasite of *Pyrausta nubilalis* Hübn. – Ent. Soc. Amer. Ann. **26**, 21–36, 1933.
Petersen, W.: Nahrung und Genotypus. – Z. Morph. Ök. Tiere **20**, 678–690, 1931.
— Wie verhalten sich die monophagen Insekten zu den bisherigen Ergebnissen der Serodiagnostik? – Arch. Ver. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg **13**, 31–43, 1938.
Quantz, B.: Zur Geschichte der Erklärungsversuche der Fraßgänge von *Lyonetia clerkella* L., dem Obstlaubminierer. – Z. wiss. Insektenbiol. **12**, 7–18, 1927.

Reh, L.: *Lyonetia* Hb. – Handb. Pflanzenkrankh. **4**: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen I. – 4. Aufl., 483 S., Paul Parey, Berlin 1925.

Reich, H.: Die Obstbaumminiermotte. – Mitt. Jork, Nr. 19/20, 112–115, 1950.

Richter, O.: Über das Erhaltenbleiben des Chlorophylls in herbstlich verfärbten und abgefallenen Blättern durch Tiere. – Z. Pflanzenkrankh. **25**, 385–392, 1915.

— Zur Frage des Erhaltenbleibens des Chlorophylls in herbstlich verfärbten mit Tierminen versehenen Blättern. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **52**, 192–194, 1934.

Riehm, E. u. Schwartz, M.: Pflanzenschutz. – 8. Aufl., 316 S., Berlin 1927.

Ritzema-Bos, J.: Tierische Schädlinge und Nützlinge für Ackerbau, Viehzucht, Wald- und Gartenbau. – 876 S., Berlin 1891.

* Rubcov, I. A.: Über die Entstehung und die Folgen der in der Ontogenese erworbenen Futterreaktionen bei Insekten. (Russisch.) – Uspechi Sovrem. Biol. **34**, 29–46, 1952. – Ref.: Ber. wiss. Biol. **81**, 336–337, 1953.

Ruschka, F.: Kleine Beiträge zur Kenntnis der forstlichen Chalcididen und Proctotrupiden von Schweden. – Entom. Tidskr. **45**, 6–16, 1924.

— u. Fülmek, L.: Verzeichnis der an der k.k. Pflanzenschutz-Station in Wien erzogenen parasitischen Hymenopteren. – Z. angew. Entom. **2**, 390–412, 1915.

Sachtleben, H.: Biologische Bekämpfungsmaßnahmen. – Handb. Pflanzenkrankh. **6**: Pflanzenschutz II. – 732 S., Paul Parey, Berlin 1941.

Schmidt, M.: Motten- und Wicklerraupen an Obstbäumen. – Flugbl. Nr. 50 Biol. Reichsanst., 8. Aufl., 8 S., 1936 (6. Aufl. 1924; 7. Aufl. 1929).

Schneider, F.: Massenauftreten der Apfelblattminiermotte *(Lyonetia clerkella)*. – Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **54**, 342–343, 1945.

Schneider-Orelli, O.: Die Miniergänge von *Lyonetia clerkella* und die Stoff-Wanderung in Apfelblättern. – Cbl. Bakteriol. Parasitenkde. **24**, 2, 158–181, 1909.

* Schøyen, T. H.: Melding om skadeinsektenes optreden i land- og havebruket i årene 1930–1933. – Landbruksdisekt. Årsberetn. 1930–1933, C 1–C 44, 1934. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **22**, 718, 1934.

Schütze, K. T.: Die Biologie der Kleinschmetterlinge unter besonderer Berücksichtigung ihrer Nährpflanzen und Erscheinungszeiten. – 235 S., Frankfurt 1931.

Silvestri, F.: Materiali per la conoscenza dei parassiti della Mosca delle Olive. III (1) *Oecophyllembius neglectus* Silv. – Boll. Lab. Zool. Gen. e Agr. Portici **5**, 176–203, 1911.

Skala, H.: Falter aus dem oberen Mühlviertel. (Schluß.) – Z. Österr. Entom.-Ver. **14**, 73–75, 1929.

— Zur Minenfauna Oberösterreichs. – Z. Österr. Entom.-Ver. **20**, 77–80, 1935.

— Minen aus Mittel- und Südeuropa. (Schluß.) – Z. Österr. Entom.-Ver. **22**, 19–20, 1937.

— Einiges über Falterminen aus dem Mediterrangebiet. – Z. Österr. Entom.-Ver. **22**, 109–112; **23**, 30–31, 43–46, 1937/38.

Sorhagen, L.: Die Kleinschmetterlinge der Mark Brandenburg und einiger angrenzender Landschaften. – 367 S., Berlin 1886.

Spuler, A.: Die Schmetterlinge Europas. **2**. – 523 S., Stuttgart 1910.

Stainton, H. T.: The natural history of the Tineina. **1**. – 338 S., London, Paris, Berlin 1855.

— On the generic characters afforded by the habits of various leaf-mining Micro-Lepidopterous larvae. – Trans. Entom. Soc. London I, 1862/63, 604–610, 1863.

Starý, B.: Bemerkungen zur Parasitierung der in der Landwirtschaft schädlichen Insekten in der Tschechoslowakei in den letzten Jahren. – VII. Int. Kongr. Entom., Zusammenfass. Vortr., 143—146, Berlin 1938.

Stellwaag, F.: Neuzeitliche Schädlingsbekämpfung im Obst- und Gemüsebau. – 116 S., Wiesbaden 1921.

Taschenberg, E. L.: Entomologie für Gärtner und Gartenfreunde. – 585 S., Leipzig 1871.

Theobald, F. V.: The apple leaf-miner *(Lyonetia clerkella* L.). – Second Rep. Econ. Zool., Brit. Mus. Nat. Hist., London, 37–41, 1904.

Thiem, H.: Schädliche Wickler und Motten an Obstbäumen. – Flugbl. Nr. 50 Biol. Reichsanst,. 9. Aufl., 12 S., 1941.

Tower, D. G.: A curious feeding habit of *Chrysopa rufilabris* Burm. – J. Econ. Entom. **8**, 431, 1915.

Trägårdh, I.: Clercks minerarmal *(Lyonetia clerkella* L.). – Entom. Tidskr. **31**, 266–271, 1910.

— Hvarpå beror bladminerarnes förmåga att om hösten konservera klorofyllet i bladen? – Entom. Tidskr. **34**, 179–190, 1913.

— Contributions towards the comparative morphology of the trophi of the Lepidopterous leaf-miners, – Arkiv för Zoologi **8**, No. 9, 1–48, 1913/14.
* Urbahns, T. D.: *Tetrastichus bruchophagi*, a recently described parasite of *Bruchophagus funebris*. – J. Agr. Res. **8**, 277–282, 1917. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **7**, 265–266, 1919.
Voigt, G.: Beiträge zur Kenntnis der Minen und ihrer Erreger, sowie Beobachtungen über das Vorkommen von Minen im Rheingau und benachbarten rheinischen Gebieten. – Jb. Nass. Ver. Naturkde. **80**, II, 24–73, 1929.
— Über den Befall sekundärer Substrate durch Blattminierer. – Z. Pflanzenkrankh. **42**, 513–541, 1932.
— The preservation of the living chlorophyll in dying leaves contaminated by bird's dropping. – Transact. Norfolk and Norwich Natural Soc. 1945, 169–171, 1946.
* Vukasović (Voukassovitch), P.: Contribution to the study of insect association. (Serbisch.) – Spomenik, IXX, prvi Razr. 16, 35–91, Belgrad 1931. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **20**, 259–260, 1932.
* — Contribution a l'étude des parasites et hyperparasites d'*Hyponomeuta malinellus* Zell. – Rev. de Zool. Agr. et Appl. **31**, 108–120, 124–136, 137–145, 153–160, 174–183, 1932. – Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **21**, 197, 1933.
Werth, E.: Die Miniermotte. – Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. **5**, 6–7, 1925.
— Erhaltenbleiben des Chlorophylls in herbstlich verfärbten Blättern. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **51**, 360–361, 1933.
Woit, Magda: Über Wundreaktionen an Blättern und den anatomischen Bau der Blattminen. – Mitt. Deutsch. Dendr. Ges. 1925, 163–187.
Wolff, M. u. Krausse, A.: Die forstlichen Lepidopteren. – 337 S., Jena 1922.
* Wood: *Nepticula confusella*, a new birch-mining species. – Entomologist's Monthly Magaz. **30**, 272, 1894.
Zeller, P. C.: Die Gattungen der mit Augendeckeln versehenen blattminierenden Schaben. – Linnaea Entomologica (Stettin) **3**, 248–344, 1848.
Zimmermann, Berthilde: Beitrag zur Kenntnis des Entwicklungszyklus von *Cydia pomonella* L. mit besonderer Berücksichtigung der zweiten Generation. – Diss. Bonn (D 5), 99 S., 1954.
Zwölfer, W.: Zur Theorie der Insektenepidemien. – Biol. Zbl. **50**, 724–759, 1930.
— Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. – Z. angew. Entom. **17**, 475–562, 1931.
— Zur Lehre von den Bevölkerungsbewegungen der Insekten. – Z. angew. Entom. **19**, 1–21, 1932.

National Research Centre of Egypt, Cairo-Dokki

Contributions to the biology and biochemistry of the cotton leaf-worm, *Prodenia litura* F. *(Noctuidae)*

V. Studies on the mating capacity of female and male moths

By H. J. Jarczyk and P. Hertle

With 1 figure

I. Introduction

In the course of our investigations on the sex-attractants produced by the female *Prodenia litura* moths we had to study also the periods and frequency of the sexual activities and mating acts of the sexes. The investigations were carried out in order to develop a biological test as a base for the chemical isolation of female sex-attractants. As known, the sexes of many insect species mate more than once during their life. According to Wiesmann (1952) and Willcocks (1937) *Prodenia litura* F. is also mating „several times".

We had to experiment in the laboratory, as it is difficult to ascertain the frequency of mating acts under natural conditions. Even though our observations are not transferable to natural conditions, except with certain reservations, yet they may help in the better understanding of preservation of life instinct of the insects. We have been interested especially in the mating periods of the male moths being of use as indicators in our experiments.

II. Material and Methods

Moths of uniform large breedings were reared from egg masses in the laboratory (Flaschenträger et al., 1958). According to our investigations on the pupal stage (Jarczyk and Flaschenträger, 1957, Jarczyk and Hertle, 1959) of *Prodenia litura,* we used in our experiments only moths of exactly known age. Immediately after the emergence from the pupae, the moths were placed either in covered glass-jars or in small wire-net cages and fed on sugar and honey solutions. The jars and cages containing a daily renewed supply of fresh *Ricinus communis* leaves for oviposition. Each egg-cluster was registered separately and observed until hatching. Temperature and rel. humidity were recorded throughout the experiment, carried out from June till August, 1957.

Table 1

(Male moths separated from the females after one night)

Series-No.	age in hours ♂	age in hours ♀	number of pairs		egg-clusters laid during the nights 1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	total egg-clusters
1	24	1	10	Laid	–	7	4	5	4	3	–	–	–	23
				Fertilized	–	7	4	3	3	2	–	–	–	19
2	24	24	10	L.	5	10	8	5	2	2	–	–	–	32
				F.	5	7	3	2	1	–	–	–	–	18
3	48	24	10	L.	5	24	23	12	8	1	–	–	–	73
				F.	5	22	17	8	4	1	–	–	–	57
4	72	24	6	L.	–	5	4	4	2	–	1	–	–	16
				F.	–	4	2	2	–	–	1	–	–	9
5	24	48	10	L.	3	7	5	10	2	1	6	3	–	37
				F.	2	5	4	5	1	1	2	–	–	20
6	48	48	10	L.	4	14	9	10	3	1	–	–	–	41
				F.	4	13	7	4	–	–	–	–	–	28
7	72	48	9	L.	7	10	5	–	1	–	–	–	–	23
				F.	6	6	4	–	–	–	–	–	–	16
8	24	72	10	L.	4	7	7	5	1	1	–	–	–	25
				F.	1	2	1	–	–	–	–	–	–	4
9	48	72	10	L.	–	11	3	3	2	1	–	–	–	20
				F.	–	7	2	1	2	1	–	–	–	13
10	72	72	10	L.	5	7	4	1	3	1	–	–	–	21
				F.	3	2	2	–	–	–	–	–	–	7
11	24	96	10	L.	2	7	6	4	1	–	–	–	–	20
				F.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
12	48	96	10	L.	8	11	4	8	1	–	–	–	–	32
				F.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
13	72	96	10	L.	11	10	2	5	–	–	–	–	–	28
				F.	4	2	–	3	–	–	–	–	–	9
Total			125											
Total egg-clusters (laid)					54	130	84	72	30	11	7	3	–	391
Total egg-clusters (fertilized)					30	77	46	28	11	5	3	–	–	200
Total big egg-clusters (laid)					45	96	40	42	14	3	3	–	–	243
Total big egg-clusters (fertilized)					30	61	23	16	5	2	2	–	–	139
Total small egg-clusters (laid)					9	34	44	30	16	8	4	3	–	148
Total small egg-clusters (fertilized)					–	16	23	12	6	3	1	–	–	61

III. Experimental

1. Age of mating moths

The emerging moths were separated according to sex and kept thus until wanted. Then each pair was placed in a jar together and the experiments were carried out in 13 series of about 20 pairs each. 10 males were removed from the females after the first night (Table 1) and 10 pairs remained together in the jars till the end of the observations (Table 2). Altogether 248 males and 248 females have been observed.

Contrary to the assumption of Willcocks (1937) and Wiesmann (1952) the females were impregnated already during the night of emergence from pupae in the evening, but it was usual for the first eggs to be laid next night (Series 1, Table 1 and 2). The most harmonic combinations were 48-hour-old males with 24-hour-old females (Series 3, Table 1 and 2). The selections of 24-hour-old males with 1-hour-old females showed the same results in time, because of the lack of oviposition on the first night (Series 1, Table 1 and 2). No significant difference was observed between the pairs, whether separated after one night or remaining together to the end of the observation period. Joining the sexes for one night only was already sufficient for a deposition of fertilised egg-clusters on about 7 nights (Table 1). But, even if the oviposition took place consecutively on seven nights, the deposition of fertilised eggs decreased noticeably after the 3rd night. 96-hour-old females were still impregnated indeed, but the amount of fertilised eggs was less if the males were removed after the first night. Generally speaking, the maxima of oviposition have been found during the first three nights in both columns (Table 1 and 2). Bishara (1934) reported a peak on the first night.

Wiesmann (1952) already observed that unmated females produce their sexual scent for at least 3 successive days. In a previous paper (Hammad and Jarczyk, 1958) it has been reported that the sexual scent glands of unmated female moths are fully developed in the first hour following the emergence from the pupa and begin to atrophy on the 3rd day. The results in Table 1 and 2, Series 8–13, indicate that atrophy of sexual scent glands is synchronized with the decrease of female mating capacity, even if the sexes are kept together in the jars for a long time. The experiment showed also, that the female moths remain alive for at least 8 days after the mating act.

2. Mating capacity of the male moths

As with other Lepidoptera (Müller, 1938; Hanno, 1939) the male moths of *Prodenia litura* copulate several times during their life. Although Willcocks (1937) and Wiesmann (1957) have reported already that the male *Prodenia litura* moth may impregnate several females, yet it was of importance for our work to know how many days the moths can be stimulated by the females.

We investigated the male mating capacity in a test series with 30 male moths (Figure 1). Each male was placed together with an unmated female in a jar containing daily renewed fresh food and leaves. On the morning following the first large oviposition of the female moth, the male was placed

Table 2

(Pairs remaining together till the end of the experiments)

Series-No.	age in hours ♂	age in hours ♀	number of pairs		egg-clusters laid during the nights 1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	total egg-clusters
1	24	1	10	Laid	–	15	18	9	13	7	–	–	–	62
				Fertilized	–	15	18	9	13	7	–	–	–	62
2	24	24	10	L.	1	8	8	4	3	–	–	–	–	24
				F.	1	8	6	3	–	–	–	–	–	18
3	48	24	10	L.	11	21	14	–	3	3	1	2	1	56
				F.	11	18	14	–	3	3	1	2	1	53
4	72	24	6	L.	4	7	8	3	1	2	2	1	–	28
				F.	4	5	6	–	–	1	1	–	–	17
5	24	48	10	L.	4	11	5	10	–	1	1	–	–	32
				F.	3	7	5	8	–	1	1	–	–	25
6	48	48	8	L.	6	16	14	–	–	–	–	–	–	36
				F.	5	15	12	–	–	–	–	–	–	32
7	72	48	9	L.	4	2	2	–	–	–	–	–	–	8
				F.	2	2	–	–	–	–	–	–	–	4
8	24	72	10	L.	15	16	5	2	–	–	–	–	–	28
				F.	–	3	1	–	–	–	–	–	–	4
9	48	72	10	L.	4	5	3	5	–	–	–	–	–	17
				F.	1	2	2	1	–	–	–	–	–	6
10	72	72	10	L.	13	16	4	2	–	–	–	–	–	35
				F.	6	4	3	–	–	–	–	–	–	13
11	24	96	10	L.	6	15	4	3	–	–	–	–	–	28
				F.	1	5	1	–	–	–	–	–	–	7
12	48	96	10	L.	9	6	4	1	–	–	–	–	–	20
				F.	6	3	3	–	–	–	–	–	–	12
13	72	96	10	L.	4	14	6	5	3	1	–	–	–	33
				F.	2	10	6	5	2	1	–	–	–	26
Total			123											
Total egg-clusters (laid)					71	152	95	44	23	14	4	3	1	407
Total egg-clusters (fertilized)					42	97	77	26	18	13	3	2	1	279
Total big egg-clusters (laid)					63	139	81	42	14	8	2	3	1	353
Total egg-clusters (fertilized)					41	88	65	25	10	7	2	2	1	241
Total small egg-clusters (laid)					8	13	14	2	9	6	2	–	–	54
Total small egg-clusters (fertilized)					1	9	12	1	8	6	1	–	–	38

Table 3

Nos. of males	Nos of females	Nos. of egg-clusters laid after remaining together with a male for 1 night in the 1st	2nd	3rd	4th	5th	night
	1	–	–	(1)			
	2	–	–	(1)			
1	3	4	2	2			+
	4	2	1	–			+
	5	–	–	–			
	6	–	–	–			
	7	–	–	(1)			
1	8	3	3	2			
	9	–	(1)	–			
	10	–	–	–			
	11	–	–	–			
	12	–	–	(1)			
2	13	–	–	–			
	14	–	–	(1)			
	15	–	–	(3)			
	16	(1)	–	(1)			
	17	–	–	–			
2	18	–	–	–			
	19	–	–	1			
	20	–	–	–			
	21	–	–	–			
	22	–	–	–			
3	23	–	–	(1)			
	24	–	–	–			
	25	–	–	–			

Nos. of males	Nos of females	Nos. of egg-clusters laid after remaining together with a male for 1 night in the 1st	2nd	3rd	4th	5th	night
	61						
	62						
5	63	–					
	64	–	(1)				
	65	1	1	–			
	66	2	–	1			
	67	–	–	–	(1)		
5	68	–	–	–	(1)		
	69	–	–	–	–		
	70						
5	71	(1)					
	72	2	2	–			
5	73	–					
	74	4	4	1	1		
	75	2	3	(1)			
	76	–	–	–	–	–	
6	77	–	(2)	(3)	(2)	(2)	
	78	–	–	–	–	–	
	79						
	80	2	6	–	6		
	81						
6	82	–	–	–	–	(1)	
	83	–	–	(1)	–		
	84	–	–	–	–	(4)	

	26	–	–	1			+
	27	–	–	1			+
3	28	(3)	(3)	(3)			
	29	–	–	–			
	30	–	–	–			
	31	–	–	–			
	32	–	–	–			
4	33	–	(2)	–			
	34	–	–	(1)			
	35	–	–	–			
	36	–	–	(1)			
	37	–	–	–			
4	38	–	–	–			
	39	–	2	3			+
	40	2	2	4			+
	41	–	–	–	–	–	
	42	–	–	–	–	(1)	
5	43	–	–	–	(3)	(1)	
	44	–	–	–	–	(1)	
	45	–	–	(3)	(2)	(3)	
	46	–	–	(2)	–		
	47	–	–	–	(3)		
5	48	2	3	1	1		
	49	–	–	–	–		
	50	–	–	(1)	–		
	51	–	–	(2)	(2)	–	
	52	–					
5	53	2	3	1			
	54	(4)	(2)	(1)	(2)	–	
	55	–	–	(1)	–	–	
	56	–					
	57	1	1	1	1	–	
5	58	–	–	–	–	(2)	
	59	(1)	–	–			
	60	–	–	–	(2)	(3)	

	85	3	2	–		
	86	–	–	–	–	–
6	87					
	88	–				
	89	–	(1)			
	90	–	–	–	–	–
	91	–	–	(1)		
6	92	–	(2)	–	–	
	93	–				
	94	–	–	–	–	
	95	–	–	–	–	–
	96					
	97					
6	98	–	–	(3)		
	99	–	–	(1)	(1)	
	100	(1)				
	101	–	–	–	(1)	–
6	102	–	–	(1)		
	103	(1)	–			
	104	–	–	(1)		
	105	–	–	–	–	–
	106	–	–	–	–	–
7	107	–	–	–	–	–
	108					
	109	3	2	3	1	–
	110					
	111	–	–	–	(3)	
7	112	–	–	–	–	(2)
	113	1	2	2	1	
	114	–	(1)	(1)	(2)	–

explanation of symbols:
– = no oviposition
1 = 1 fertilized egg-cluster
(1) = 1 infertilized egg-cluster

Table 3 (continuation)

Nos. of males	Nos of females	Nos. of egg-clusters laid after remaining together with a male for 1 night in the 1st	2nd	3rd	4th	5th night
	115	–	–	–	–	–
	116	–	(1)	–		
7	117	–	–			
	118	4				
	119	–	–	(3)		
	120	–	–			
	121	1	2	1		
7	122	–	–	(1)		
	123	–				
	124	–	–	–	–	–
	125	–	–	(1)		
	126	–	–	–		
7	127	–	–	(2)		
	128	2	3	2		
	129	(1)				
	130	–	–	(1)		
	131	–	(1)	–		
7	132	2	3			
	133	–	(3)			
	134					
	135					
	136	–	(2)			
7	137	–	(1)			
	138	–	(2)			
	139	–	–	–	(3)	(1)
	140	–	–	–	–	(3)
8	141	–	–	–	(2)	–
	142	–	–	–	(4)	
	143	3	1	1	1	2

Nos. of males	Nos of females	Nos. of egg-clusters laid after remaining together with a male for 1 night in the 1st	2nd	3rd	4th	5th	night
	144	–	–	–	–	(1)	
	145	3	2	1	–		
8	146	–	–	–	(1)		
	147	–	–	–	–	–	
	148	(1)	(1)	(1)			
	149	–	–	–			
	150	–	–	1	–		+
8	151	(1)					
	152	2	1	2			+
	153	–	–	–	–	–	
	154	–	(1)	–			
	155						
8	156	–	–				
	157	–	–				
	158	–					
	159	–	–	–	–	–	
	160	–	–	(2)	–		
8	161	2	1	(2)			
	162	–	–	–	–	–	
	163	–	–				

explanation of symbols: – = no oviposition
1 = 1 fertilized egg-cluster
(1) = 1 infertilized egg-cluster

Result: 4 of 8 males (Nos. 1, 3, 4, 8) impregnated 2 females during one night.

into a new jar with another unmated female. The age of the female moths was 9 to 24 hours at the beginning of the experiments.

We may say, that the mating capacity of the males declines rapidly after the 2nd impregnation of a female. The greatest number of copulations was 8 in the course of 14 days. Another experiment showed that a single male moth is able to impregnate 2 females within one night (Table 3), according to tests in which one male moth was kept for one night in a jar with 5 unmated females.

IV. Discussion

We know now the results of experiments on the age of the mating moths (Table 1 and 2) that the highest mating potency of male moths is found at an age of 48 to 60 hours (3rd night). But a female moth may sometimes be impregnated already during the night of emergence from the pupa (in the evening). According to our investigations on the pupal stage (JARCZYK and HERTLE, 1959) the male moths are generally emerging one night later than the females. As the male has a longer pupal stage, the male moth emerges at a later time of the day, and besides that gets able to copulate yet later than the female, the female can, therefore, hardly be fertilized by a male of the same egg-cluster.

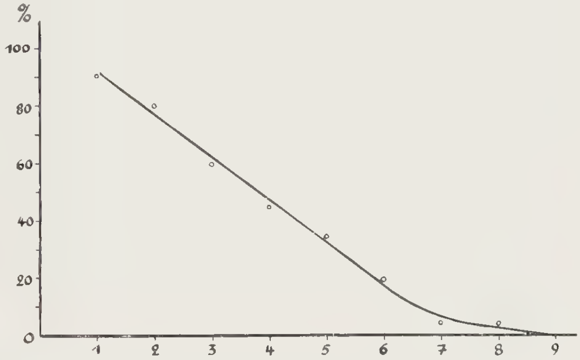


Fig. 1

In regard to our biological test for the chemical isolation of the female sex-attractant it has been important to know that only 48-72 hour old male moths should be used as test animals (from the 2nd to the 4th night following the emergence from pupae). The biological test will be discussed in a later paper.

Summary

The age of mating moths has been investigated by serial experiments on 496 *Prodenia litura* moths of different ages. The most harmonic combinations have been observed with 48-hour-old males and 24-hour-old females. Joining the sexes for one night only was sufficient for successive ovipositions on 7 nights. No significant difference in the oviposition could be observed between the pairs separated after one night and those remaining together for seven nights. Maximal oviposition took place during the first three nights. Contrary to the assumption of other authors the female is laying fertilized egg-clusters already on the first night. A single male moth is able to im-

pregnate up to 8 different females. 2 female moths may be fertilized by a single male in one night. Atrophy of the sexual scent glands of the female moth is synchronized with the decrease of the female mating capacity. Only 48 to 72-hour-old male moths should be used in the test for the chemical isolation of the female sex-attractants.

Zusammenfassung

Durch Reihenuntersuchungen an 496 *Prodenia litura* Faltern verschiedenen Alters wurde das für die Kopulation günstigste Alter bestimmt. 48 Stunden alte Männchen mit 24 Stunden alten Weibchen erbrachten die vorteilhaftesten Ergebnisse. Es genügte bereits, die Geschlechter nur eine Nacht zusammenzuhalten, um eine fortlaufende Eiablage während 7 Nächten zu ermöglichen. Ein bemerkenswerter Unterschied in der Eiablage konnte nicht beobachtet werden zwischen Paaren, die nur eine Nacht oder bis zu 7 Nächten zusammengehalten wurden. Während der ersten 3 Nächte erfolgte die maximale Eiablage. Im Gegensatz zu der Annahme anderer Autoren beobachteten wir, daß befruchtete Eigelege schon in der ersten Nacht abgelegt werden können. Ein einzelnes Männchen kann bis zu 8 verschiedene Weibchen insgesamt und bis zu 2 Weibchen in einer Nacht befruchten. Eine Schrumpfung der weiblichen Sexualduftstoff-Drüsen verläuft gleichzeitig mit der Abnahme der weiblichen Befruchtungsfähigkeit.

Im biologischen Test für die chemische Isolierung der weiblichen Sexualduftstoffe sollten nur 48 bis 72 Stunden alte Männchen als Testtiere eingesetzt werden.

We wish to express our thanks to the „Deutsche Forschungsgemeinschaft" for the extensive aid in our work.

References

(1) Bishara, I.: Bull Soc. Roy Entom. Egypte, XVIII, 228–404 (1934).
(2) Flaschenträger, B., Jarczyk, H.J. and Hafez, M.: Alex. J. Agr. Res. Vol. VI, No. 1, 15–23 (1958).
(3) Hammad, S. M. and Jarczyk, H. J.: Bull. Soc. Entom. Egypte, XLII, 253–61 (1958).
(4) Hanno, K.: Z. angew. Entom., **25**, 628–41 (1939).
(5) Jarczyk, H. J. and M., and Flaschenträger, B.: Bull. Soc. Entom. Egypte, XLI, 621–26 (1957).
(6) Jarczyk, H. J. and Hertle, P.: Z. angew. Entom., **45**, 94–102 (1959).
(7) Müller, K.: Z. wiss. Zool., **151**, 192–242 (1938).
(8) Wiesmann, R.: FAO-Report No. 32, Rome (1952).
(9) Wiesmann, R.: Z. f. Pflanzenkrankh., **64**, 554–562 (1957).
(10) Willcocks, F. C. and Bahgat Said: The Insects and Related Pests of Egypt, I., Part 2, Royal Agricultural Society, Cairo (1937).

Aus der Forstschutzstelle Südwest, Wittental b. Freiburg/Br.

Über Nahrungspflanzen-Wechsel bei Insekten

Von Rudolf Gauss, Zarten

In Maikäfer-Flugjahren wurde des öfteren beobachtet, daß von den in Massen erscheinenden Käfern nicht nur alle erreichbaren Laubhölzer, sondern auch Lärchen, Fichten und Kiefern befallen und deren Nadeln befressen wurden. Von der Nonne, *Liparis monacha* L., ist bekannt, daß ihre Raupe bei Massenvermehrungen alle vorhandenen Nadel- und Laubholzarten und sogar Krautpflanzen, wie *Calluna* u. a. annehmen. Aus dem Forstamt Olpe (Nordrhein-Westfalen) wurde berichtet, daß 1958 Frostspanner, *Hibernia defoliaria*, und Eichenwickler, *Tortrix viridana*, nach erfolgtem Eichen-Totfraß außer Ahorn, Kastanie, Birke und Haselnuß auch Douglasien und sogar Fichten stark schädigten (1). Die Gründe für ein derartiges Verhalten in den aufgeführten und ähnlichen Fällen sind wohl immer in der im Laufe der Fraßzeit abnehmenden Futterpflanzen-Laub- oder -Nadelmenge zu suchen.

Andere, bislang noch nicht bekannte Ursachen müssen aber vorliegen, wenn, wie dies besonders in den letzten Jahrzehnten häufiger beobachtet wurde eine Insektenart trotz anscheinend genügend vorhandener, spezifischer Futterpflanzen diese plötzlich verläßt, um auf andere, nicht als spezifisch bekannte oder sogar von Laub- auf Nadelholz überzuwechseln.

Dazu einige Beispiele aus der letzten Zeit:

1. 1931 wurden erstmalig in Österreich (11), danach 1932 in Holland (13) Douglasiennadeln von Räupchen befallen, die für solche der Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* Hbn., gehalten wurden, ohne sie jedoch näher zu untersuchen. 1956 konnte diese Annahme vom Verfasser bestätigt und nun auch für Deutschland (Nordbaden) das Überwechseln der Lärchenminiermotte von Lärche auf die Douglasie festgestellt und belegt werden (3). In allen drei Fällen aber waren dies nur vorübergehende Erscheinungen auf relativ kleiner Fläche im Freiland.

   Verfasser versuchte, im Labor die Motte an Douglasie weiterzuzüchten. Aus der ersten Einsendung konnten von insgesamt 148 Räupchen in Douglas-Nadelminen, von denen bereits im Freiland 134 ohne erkennbare Ursache abgestorben waren, 14 weitergezogen werden. Sie minierten im März/April noch kurz in den Douglas-Nadeln, schnitten deren Spitzen ab und hefteten sie in recht unvollkommener Weise an ihre vorjährigen Säckchen an. Von ihnen schlüpften nur noch 6 Weibchen und 5 Männchen, während die übrigen 3 als Puppen abgestorben waren. Die geschlüpften Imagines, die sich in keiner Weise von auf Lärche gefangenen oder gezogenen Faltern unterschieden, wurden in einem mit eingetopfter, vierjähriger Douglasie versehenen Käfig eingezwingert. Dort kopulierten sie, und die Weibchen legten insgesamt 124 Eier an die Douglasnadeln. Abgesehen

von zwei Ausnahmen befanden sich die Eier alle auf dem Enddrittel und überwiegend (89) auf der Nadeloberseite. 103 Jungräupchen schlüpften und bohrten sich in die Nadeln ein. Nach etwa sechs Wochen waren die meisten bereits in der noch kurzen Mine abgestorben (98) und nach drei Monaten lebte keines der Räupchen mehr. Die längsten der unregelmäßig und nadeldünn in den Douglasnadeln verlaufenden Minen maßen bis zu 1,25 cm im Gegensatz zu den nur 0,4–0,7 cm messenden, relativ weitlumigen Minen in Lärchennadeln.

Mit 12 männlichen und ebensoviel weiblichen von Lärchen abgefangenen Miniermotten wurde gleichzeitig ein Parallelversuch angesetzt. Auch hierbei wurden die Falter in einen Zwinger mit eingetopfter Douglasie gebracht. Nach beobachteten Begattungen legten die Weibchen insgesamt 237 Eier auf die Douglasnadeln ab. Nur 5 davon befanden sich auf dem Nadelbasis-Drittel, 18 im Mittelteil und 214 auf dem Enddrittel der Nadeln. 208 aller Eier lagen auf der Oberseite, 29 auf der Unterseite der Douglasnadeln. Die aus diesen Eiern geschlüpften 221 Räupchen waren ebenfalls nach 3 Monaten restlos abgestorben. Die längste Mine maß hier bereits 1,83 cm. Es mag eingewendet werden, daß die Laborverhältnisse – gut gelüftetes Gewächshaus mit durchschnittlich 23°C und 80% Luftfeuchtigkeit – nicht den natürlichen Verhältnissen entsprachen. Aber auch im Freiland konnte 1957 und später kein Wieder- oder Neubefall an Douglasie durch die Lärchenminiermotte festgestellt werden.

2. 1957 wurde im gesamten Schwarzwaldgebiet eine bislang nur gelegentlich an verschiedenen Laubholzarten und Krautpflanzen gefundene Blasenfußart, *Liothrips setinodis* Rtr., an Jungtannen der ersten beiden Altersklassen unter Schirm infolge Massenauftretens und Besaugens der frischen Maitriebnadeln derart schädlich, daß nach mehrjährigem Befall – dieser konnte bis 1954 zurück nachgewiesen werden – die angegriffenen Jungtannen durch den Verlust gerade der jüngsten Nadeljahrgänge oft oberhalb des Erstbefalls, manche auch ganz abstarben (4, 5). 1958 konnte dieser neu aufgetretene Tannenschädling im Schwarzwald kaum mehr beobachtet werden. Nur in einem südbadischen Forstamt ist er noch merklich schädigend aufgetreten. Örtlich begrenzt ist er in Bayern 1958 häufiger als 1957 beobachtet worden. Er gibt dort zusammen mit ebenfalls vermehrt auftretenden anderen Jungtannen-Schädlingen zu Besorgnis Anlaß (10).
3. Aus dem Forstamt Weilheim/Teck (Nordwürttemberg) erhielten wir am 9. Oktober 1958 aus einer dortigen Versuchspflanzschule mit wertvollem Saatgut einige Douglasien- und Lärchensämlinge zugesandt, die durch Nadelfraß und durchbissene Triebachsen teils mehr oder weniger stark geschädigt, teils sogar abgestorben waren. Einige für den Schaden verantwortlich gemachte Raupen wurden ebenfalls mitgesandt. Es handelte sich überraschenderweise um Raupen der Ampfereule, *Acronycta rumicis* L. Um zu prüfen, ob sie tatsächlich die Urheber der Schädigung waren, wurden ihnen frische Douglas- und Lärchenzweige gereicht. Diese wurden von den Raupen sofort angenommen, als ob sie ihr normales Futter wären. Zu einem Wahltest legten wir auch noch verfügbare Korbweiden- und Grünkohlblätter vor, die aber nicht befressen wurden. Der Fraß geschah von der Spitze her, und zwar nur an letztjährigen Nadeln. Bei der Douglasie wurde er besonders verschwenderisch getätigt. Auch noch grüne Triebteile wurden mehrfach an- und einige Male sogar vollkommen

durchgebissen. Nach Angaben des Forstamtes sind etwa die Hälfte der auf 4 und 2 ar stehenden 45 000 Lärchen und 15 000 Douglasien befallen. Der Totalausfall wird auf rund 1 % geschätzt. Bei einer Anfrage um erneute Zusendung von Material erfuhren wir, daß der zuständige Revierbeamte die Saatbeete „leider" gleich nach dem Erkennen des Schadens vorsorglich mit Gesarol behandelt hat, um einen größeren Ausfall der wertvollen Pflanzen zu vermeiden. Die uns eingesandten, wenigen Raupen fraßen bis zu ihrem Einspinnen in das bekannte graubraune, papierähnliche Gespinst. Vereinzelt wurden die Raupen in einem benachbarten Schwarzforchen-Saatbeet beobachtet, ohne dort allerdings zu fressen. Außerhalb des Pflanzgartens waren sie nur in wenigen Stücken zu finden. Im Normalfalle fressen die Raupen der Ampfereule Laub von Obstbäumen, Maulbeere, Beerensträuchern, Rosen sowie jungen Pappeln und Weiden – an denen sie 1938 in größeren Kulturen in der Schorfheide (Brandenburg) erheblich schädigend aufgetreten sind (6, 12) –, aber auch an Kräutern wie Hopfen, Rhabarber, Baumwolle (Westasien), Zonalpelargonie, Melisse, Wolfsmilch, Ampfer, Hirse, Kohl, Erdbeeren und anderen Früchten. In Mitteleuropa hat die Ampfereule zwei Generationen im Jahr. Die erste fliegt im August, die zweite aus überwinterten Puppen im April. Die Raupen findet man vom Mai bis Oktober. Sie sind schwarzbraun, rostgelb behaart, mit weißem, rotgeflecktem Seitenstreifen und auf jedem Segment oben seitlich mit je einem weißen Schrägfleck (2, 7, 8, 9). Die 1958 auf Douglas und Lärche schädlich gewordenen Raupen gehören der im Herbst fressenden und als Puppe im Gespinst überwinternden, zweiten Generation an. Von der ersten Generation, die im Sommer frißt, war in dem Befallsgebiet nichts bemerkt worden. Auch hier ist unbekannt, was als Auslösungsfaktor für das Überwechseln der Ampfereulen-Raupen von den um die Pflanzschule stehenden, bisher bekannten Futterpflanzen auf die beiden Nadelholzarten in Frage kommen könnte.

Summary

During outbreaks, some insect pests (may beetle, nun moth, oak tortrix and winter moth) change to plants not usually attacked because of a scarcity or absence of their normal host but the causes of several recently observed changes of food plant, in spite of an apparent sufficiency of normal food, are not known.

Three such cases are described: *Coleophora laricella* Hbn. on Douglas fir, *Liothrips setinodis* Rtr. on deciduous trees and *Acronycta rumicis* L. on seedlings of Douglas fir and larch.

Literatur

1. Anonym: Rückblick auf 1958, Allg. Forst Z. **14**, Nr. 2, 1959.
2. Eckstein, K.: Die Schmetterlinge Deutschlands, III. Stuttgart 1920.
3. Gauss, R.: Die Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* Hb., ein neuer Schädling der Douglasie? Z. angew. Ent. **40**, 1957.
4. Derselbe: Der Blasenfuß *Liothrips hradecensis* Uz., ein neuer Schädling an Weißtannen-Jungpflanzen, Holz-Zentralblatt, Stuttgart, **83**, 1957.

5. Derselbe: *Liothrips setinodis* Rtr. (1880) *(Thysanoptera, Tubulifera)* als Schädling an Weißtannen-Jungpflanzen. 14. Verh. Ber. d. Dtsch. Ges. f. ang. Ent. 1957.
6. Heddergott, H.: l. c. Sorauer-Blunck, Handbuch der Pflanzenkrankheiten IV. 2. Lieferung, Berlin und Hamburg, 1953.
7. Hofmann, E.: Die Groß-Schmetterlinge Europas, Stuttgar, 1887.
8. Derselbe: Die Raupen der Groß-Schmetterlinge Europas, Stuttgar, 1893.
9. Lampert, K.: Die Großschmetterlinge und Raupen Mitteleuropas. Eßlingen, 1907.
10. Postner, M.: Zum Auftreten der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault *(Cecid. Dipt.)* in Süddeutschland, Anz. f. Schädl.Kde. **32**, 1959.
11. Schwarz, H.: Neue Schädlinge der Douglasie, Z. f. Pflanzenkr. **43**, H. 7, 1933.
12. Thalenhorst, W.: Raupenfraß an Weiden und Pappelkulturen, Anz. f. Schädl.Kde. **14**, 1938.
13. Van Poeteren, N., l. c. Jung, W.: Beiträge zur Kenntnis der Lärchenminiermotte *(Coleophora laricella* Hb.). Z. angew. Ent. **29**, 1942.

Aus dem Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität Leipzig

Über das Auftreten und die Lebensweise einer bisher unbekannten Blattlausart an der Wehrlosen Trespe *Bromus inermis* Leyss.

Von E. Mühle

Mit 3 Abbildungen

Am 16. 6. 1955 beobachteten wir auf einem Versuchsfeld des Institutes für Pflanzenzüchtung in Bernburg an der Wehrlosen Trespe *Bromus inermis* Leyss. erstmalig blaugraue, langgestreckte Blattläuse mit einem starken Wachsüberzug. Sie saßen in dichten Kolonien innerhalb der Blattspreite der noch nicht entrollten Spitzenblätter. Die befallenen Triebe waren gegenüber unbefallenen bereits von weitem an einem stark gestauchten Wuchs zu erkennen (Abb. 1). Sie zeigten außerdem eine leichte Streifung der Blätter und waren starr und spröde, so daß sie beim Zusammendrücken glasartig brachen. An stark bzw. total befallenen Pflanzen waren die Blattspreiten der noch den Blütenstand umhüllenden Blätter etwas aufgetrieben und auffallend dunkelgrün, später bräunlich verfärbt. Obwohl die Blütenstände meist bereits voll entwickelt waren, war ein Streckungswachstum ihrer Internodien weitgehend oder vollständig unterblieben (Abb. 2.).

Abb. 1. Einzelpflanze mit Teilbefall im Vordergrund. (Photo: Institut f. Pflanzenzüchtung, Bernburg)

Außer an *Bromus inermis* Leyss. wurde die Blattlaus auch an der Roggentrespe *Bromus secalinus* L. und an *B. japonicus* Thunb. festgestellt.

Zur Charakterisierung der Tiere konnte von uns folgendes ermittelt werden: Die langgestreckte *ungeflügelte* Sommerlaus (Abb. 3) ist einheitlich dunkelbraun gefärbt und zeigt eine kräftige Wachsbepuderung, so daß sie blaugrau erscheint. Sie ist etwa 2,0 mm lang und 0,8 mm breit. Die kurzen 6gliedrigen Fühler sind 0,8 mm lang und reichen etwas über den Metathorax hin-

aus. Ferner sind schwache Stirnhöcker ausgebildet. Der Rüssel reicht bis zur Mitte des Mesothorax. Das kräftige, kegelförmige Schwänzchen ist etwa 0,13 mm lang. Die Siphonen sind sehr kurz und knopfförmig.

Abb. 2. Einzelpflanze mit Totalbefall. (Photo: Institut f. Pflanzenzüchtung, Bernburg)

Die ebenfalls auffallend langgestreckte, einheitlich dunkelbraune *geflügelte* Sommerlaus ist in gleicher Weise mit einer kräftigen Wachsbepuderung versehen, so daß auch sie blaugrau erscheint. Sie ist etwa 1,7 mm lang und 0,6 mm breit. Die kurzen 6gliedrigen Fühler sind 1,0 mm lang und reichen etwas über den Metathorax hinaus. Am 1. Geißelglied sind sekundäre Rhinarien ausgebildet. Auch bei der geflügelten Form sind Stirnhökker erkennbar. Der Rüssel reicht auch hier bis zur Mitte des Mesothorax. Die Abdominalstigmen sind mit kräftigen, dunklen Rändern versehen. Siphonen und Schwänzchen zeigen gegenüber der ungeflügelten Sommerform keine Besonderheiten.

Die Blattlaus hat eine monöcisch-holozyclische Lebensweise. Ihre Überwinterung erfolgt in der Eiform.

Abb. 3. Ungeflügelte Sommerlaus. (Zeichnung: R. Herschel)

In unseren Zuchten schlüpften im Frühjahr 1957 am 10. April, im Jahre 1958 am 30. April aus den Eiern die ersten Larven. Nach etwa drei Wochen waren jeweils die Fundatrizen herangewachsen und setzten die ersten Jungläuse ab. Bis Mitte Juni erfolgte eine rasche Vermehrung, so daß zu dieser Zeit eine große Anzahl ungeflügelter und geflügelter Virgines anzutreffen war. Ende September konnten wir an den Blattspreiten die ersten Eier finden. Diese waren im Durchschnitt 0,77 mm lang und 0,38 mm breit. Sie hatten zunächst ein orangefarbenes Aussehen, dunkelten aber bald nach und nahmen schließlich eine glänzend schwarze Farbe an. Die Eiablage zog sich im Jahre 1957 bis in den Oktober hin.

Als schädliche Blattlausart mit sehr ähnlichem Schadbild – „Sproßachse verkürzt, Blattscheiden aufgetrieben, ineinandersteckend, Blütenstände verkrümmt" – wird von Ross & Hedicke (1927) für *Bromus inermis* Leyss. *Brachycolus stellariae* Hardy erwähnt. In unserem Falle handelt es sich aber nicht um eine Art der Gattung *Brachycolus*. Hille Ris Lambers, dem wir

Material zur Bestimmung und Beschreibung übersandten, teilte uns vielmehr mit, daß die von uns beobachtete Blattlaus als eine bisher noch nicht bekannte Art der Gattung *Holcaphis* angesehen werden muß, für die er die Bezeichnung *Holcaphis bromicula* vorgeschlagen hat[1]. Die von ihm inzwischen erfolgte Beschreibung der Blattlaus wird in Kürze in den „Mitt. Schweiz. Ent. Ges.“ erscheinen[2].

Literatur

Ross, H. u. Hedicke, H.: Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas. – 2. Aufl., Jena 1927.

[1] Briefliche Mitteilung vom 30. 10. 1956.

[2] Briefliche Mitteilung vom 10. 6. 1959. Herrn D. Hille Ris Lambers sei auch an dieser Stelle für die Identifizierung der Blattlaus gedankt.

Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München

Zur Beeinflussung der Insektenfauna des Waldes durch chemische Großschädlingsbekämpfungen[1]

3. Mitteilung

Vergleichende Untersuchungen des Einflusses einer DDT-Behandlung mit TIFA-Gerät und mit Hubschrauber gegen die Kieferneule in Mittelfranken 1956

Von Gerhard Zoebelein

Mit 1 Abbildung

Die Bekämpfung von *Panolis flammea* Schiff. gab 1956 Gelegenheit, den Einfluß zweier verschiedener Applikationsmethoden auf die Fauna von Kiefernbeständen zu studieren. Über die technische Durchführung dieser Bekämpfungsaktion der Bayerischen Staatsforstverwaltung wurde von Thielmann (1956), über die biologischen Kontrollen von Steger (1957) und Zwölfer und Krump (1956) berichtet. Es erübrigt sich daher, näher auf das bereits dort Niedergelegte einzugehen.

Ergänzend sei bemerkt, daß über ähnliche Fragestellungen an anderen Forstinsekten (Lärchenwickler und Maikäfer) die Arbeiten von Maksymov und Auer (1955) und Cramer (1955, 1956 und 1957) handeln, auf die im folgenden nicht näher eingegangen wird.

Es wurden behandelt:

3400 ha mit dem TIFA-Nebelgerät bei Nacht, mit einem DDT-Wirkstoffaufwand von durchschnittlich 0,8 kg/ha.

5200 ha mit Hubschraubern bei Tag mit einem DDT-Dieselöl-Spray Wirkstoffaufwand durchschnittlich 1,1 kg/ha.

Die in der 2. Mitteilung (Z. ang. Ent. Bd. 1958) beschriebenen *Untersuchungsmethoden (*Ausspannen von Fangtüchern, Probeentastungen, Fanggräben, Netzfänge) wurden wieder angewandt. Zusätzlich wurden jeweils 10 Stammabschnitte in Kopfhöhe auf 1 m Länge gerötelt und mit Raupenleim bestrichen, um die daran sich fangenden Insekten vor und nach Behandlung absammeln zu können. Das mit allen angewandten Methoden gewonnene Material wurde, entsprechend etikettiert, in Alkohol aufbewahrt und erst im Winter soweit bestimmt, daß eine Einstufung hinsichtlich der biologischen Rolle der einzelnen Insekten vorgenommen werden konnte[2].

[1] Manuskript April 1957 abgeschlossen, 1958 teilweise ergänzt.

[2] Wie andere Autoren, ist sich der Verfasser darüber im Klaren, daß eine Klassifizierung nach „nützlich“, „schädlich“ oder „indifferent“, wegen unserer teilweise noch ungenügenden Kenntnisse einiger Insektenarten außerordentlich schwierig ist. Vielfach, wie z. B. bei den Waldameisenarten, ist die biologische Rolle noch umstritten. Es haften daher der Einordnung in die genannten drei Gruppen alle Mängel ähnlich gearteter anderer Veröffentlichungen an.

Tabelle 1

Gesamtergebnis der Absuche von Fangtüchern nach DDT-toten Insekten im Kieferneulenbefallsgebiet. (Insgesamt 120 qm Fangtücher, davon je 60 qm für Erd- und Luftbekämpfung)

A Nützliche Formen			B Indifferente Formen			C Schädliche Formen		
Anzahl toter Insekten bei Bekämpfung von der Erde (linke Kolonne) und aus der Luft (rechte Kolonne)								
Coleoptera	54	94	*Coleoptera*	41	93	*Coleoptera*	132	346
davon:			davon:			davon:		
Carabidae	7	12	*Elatridae*	18	62	*Curculionidae*	129	336
Coccinellidae	14	28	*Staphylinidae*	7	3	davon:		
Tenebrionidae			*Cantharidae*	14	25	*Phyllobius spec.*	62	246
(Helops spec.)	33	53	*andere*	2	3	*Brachyderes*		
						incanus	32	30
						Brachonyx pineti	23	45
						Strophosomus		
						spec.	1	3
						andere		
						Curculonidae	11	12
						Chrysomelidae	3	10
Hymenoptera	33	117	*Hymenoptera*	7	15	*Hymenoptera*	25	28
davon:			davon:			davon:		
Ichneumonidae	12	26	*Formicidae*	6	12	*Diprionidae*	24	22
Chalcididae u.			div. andere	1	3	andere	1	6
Braconidae	15	53						
Formica rufa	6	38						
Diptera	10	13	*Diptera*	110	181	*Diptera*	20	29
davon:			davon:			davon:		
Tachinidae	7	8	*Nematocera*	68	134	*Tipulidae*	4	10
Syrphidae	3	4	*Brachycera*	42	47	*Cecidomyidae*	10	18
andere	1	1				andere	0	1
Lepidoptera	0	0	*Lepidoptera*	15	38	*Lepidoptera*	7053	7849
						davon:		
Arachnoidea	74	137				*Panolis flammea*	7008	7812
						Lymantria		
						monacha	30	20
						andere	64	70
Rhynchota			*Rhynchota*	0	0	*Rhynchota*	207	272
(Raubwanzen)	4	10				davon:		
						Homoptera	143	202
						andere	64	70
Div. Gruppen	19	56	Div. Gruppen	73	195	Div. Gruppen	0	0
davon:			davon:					
Rhaphidia spec.	8	17	*Psocoptera*	36	81			
Chrysopidae	5	11	*Blattidae*	2	3			
Collembola	2	10	andere	35	111			
andere	4	18						
Nützl. Insekten insges.:	194	427	Indiff. Insekten insges.:	246	522	Schädliche Insekten insges.:	7437	8524
In % d. Gesamtzahl aller Insekten	2,46	4,51		3,12	5,51		94,42	89,98

Ergebnis der Absuche von Fanggräben (20 m Länge) nach toten Insekten

Behandlung durch:	*Carabidae*	*Staphylinidae*	*Geotrupes*	*Curculionidae*	Heuschrecken	Diverse	Gesamt
TIFA	10	7	4	6	3	12	41
Hubschrauber	16	11	2	10	4	19	62

Tabelle 2

Totenfall auf Fangtüchern (je 10 qm) bis 8 Tage nach Behandlung in gleichartigen, gleichaltrigen und gleichbefallenen Beständen

A. aus der Luft, B. mit Nebelgerät behandelt. Befall: 5 gesunde Puppen je qm

Insektengruppen	Hubschrauberbehandlung Anzahl	%	TIFA-Verneblung Anzahl	%
A. Nützliche Insekten				
Coleopteren	8		9	
Dipteren	2		0	
Hymenopteren	7		3	
Spinnen	15		17	
Andere	1		0	
Insgesamt:	33	3,31	29	2,86
B. Indifferente Insekten				
Coleopteren	3		0	
Dipteren	27		31	
Lepidopteren	1		1	
Hymenopteren	1		5	
Psocopteren	16		10	
Andere	5		3	
Insgesamt:	53	5,32	50	4,93
C. Schädliche Insekten				
Kieferneule	872		899	
andere Lepidopteren	8		11	
Coleopteren	19		14	
Dipteren	1		0	
Hymenopteren	4		6	
Rhynchoten	7		4	
Andere	0		1	
Insgesamt:	911	91,37	935	92,21
Insektengesamtzahl	997		1014	

Um Anschluß an die Untersuchungen von Ronde über die Beeinflussung der Waldbodenkleinfauna durch die DDT-Anwendung (noch unveröffentlicht) zu gewinnen, wurde ein Teil der Ermittlungen in den Distrikten Lach (Erdbekämpfung) und Löhlein (Hubschrauberbehandlung) des Forstamtes Schwabach durchgeführt. Als unbehandelter Vergleichsbestand diente in diesem Falle ein Kiefernreinbestand des Distriktes Soos/Fa. Schwabach an der Randzone des Kieferneulenbefallsgebietes. Standortverhältnisse, Lage, Befall usw. des Untersuchungsgebietes sind bereits bei Ronde (1957) genau angegeben und brauchen daher nicht näher beschrieben zu werden. Viel Material und zahlreiche Beobachtungen wurden auch bei den biologischen Erfolgs- und Vorkontrollen in allen Teilen des Bekämpfungsgebietes und in unbehandelt gebliebenen Waldteilen gesammelt[3].

Wie die vergleichbaren Zahlen und die Insektenbestimmungen für die vorliegende Studie ganz allgemein zeigen, ist die Fauna der Kiefernbestände

[3] Für die Unterstützung dieser Untersuchungen ist der Verfasser der Bayer. Ministerialforstabteilung, dem Regierungsforstamt Mittelfranken, den Amtsvorständen der Forstämter des Befallsgebietes, besonders aber den Herren Forstmeistern Künneth (Schwabach) und Mantel (Heideck) sowie den zugeteilten Revierförsteranwärtern zu Dank verpflichtet.

Tabelle 3

Insektenfall auf 10 qm Fangtücher in Abteilung Lach nach Applikation von ca. 0,8 kg/DDT/ha mit dem TIFA-Gerät

Insektengruppen	Insektenfall nach					insgesamt in %
	14 Std.	38 Std.	62 Std.	4-12 Tg.		
A. Nützliche Insekten						
Coleopteren	6	4	1	0	11	
Dipteren	1	0	1	0	2	
Spinnen	10	6	0	0	16	
Hymenopteren	2	0	1	1	4	
Insgesamt:	19	10	3	1	33	3,51
In %:	58	30	9	3	100	
B. Indifferente Insekten						
Coleopteren	5	3	0	2	10	
Dipteren	23	1	0	0	24	
Lepidopteren	1	0	0	0	1	
Psocopteren	6	0	1	0	7	
Insgesamt:	35	4	1	2	42	4,48
In %:	83,5	9,5	2,5	4,5	100	
C. Schädliche Insekten						
Kieferneule gesamt:	777	18	9	1	805	
Stadium I	0	0	0	0	0	
II	178	2	4	0	184	
III	447	7	5	0	459	
IV	144	9	0	0	153	
V	8	0	0	1	9	
And. Lepidopteren	12	8	1	0	21	
Coleopteren	21	1	0	0	22	
Dipteren	1	0	0	0	1	
Hymenopteren	5	0	2	0	7	
Rhynchoten	3	3	2	0	8	
Insgesamt:	822	30	14	1	864	92,01
In %:	95	3,5	1,5	–	100	
Gesamtzahl der Insekten:	876	44	18	4	942	
In %:	93	4,5	2,0	0,5	100	100,00

Mittelfrankens sowohl an Insektenarten, als auch an Individuen zahlenmäßig wesentlich ärmer, als beispielsweise die Fauna des oberbayerischen Kieferngebietes (vgl. 2. Mitt.) oder gar der Buchenhallenbestände des Spessarts und des fichtenbestandenen Ebersberger Forstes (vgl. 1. Mitt.). Im Gegensatz zu diesen Waldgebieten zeigen die von der Kieferneule befallenen, aber auch die weniger oder nicht befallenen Teile des mittelfränkischen Kieferngebietes einen hohen Anteil schädlicher Insektenformen während des ganzen Jahres.

Die Zusammenfassung aller Fangtuch-Sammelergebnisse aus den verschiedensten Gegenden des Befallsgebietes in Tabelle 1 zeigt das Familien- und z.T. Artenspektrum der durch die DDT-Anwendung abgetöteten Teile der Fauna getrennt nach Erd- und Luftbekämpfungsflächen. Bei der hohen Anzahl der Fangtücher, welche sich in verschieden gearteten und verschieden befallenen Beständen befanden, möchte man fast eine ungünstigere Einwir-

kung auf die Fauna durch die Applikation aus der Luft als gesichert ansehen. Der Totenfall im aus der Luft behandelten Gebiet weist einen fast doppelt so hohen Prozentsatz an indifferenten und nützlichen Insekten aus, als im vernebelten Gebiet. Speziell die in der Krautschicht oder am Boden lebenden Insekten wurden nach den Fanggräbenergebnissen (Tabelle 1 unten) auf den Hubschrauberarbeitsflächen in größerer Anzahl vernichtet, als in vernebelten Beständen. Das liegt wohl zumeist daran, daß vom Hubschrauberspray rd. 0,3 kg = ca. 1/4 mehr Wirkstoff auf das Hektar traf und außerdem durch die lichten Kiefernkronen mehr Spray und damit mehr Wirkstoff auf den Boden kam. Beim Nebeln lagern sich nur in der Nähe des Geräts (vgl. Mitt. 1 und 2) die größeren Tropfen ab, in weiterer Entfernung kommt nur sehr wenig Wirkstoff auf den Boden. Da wegen der Bestands- und Befallsunterschiede nicht zu erwarten war, daß aus dieser Addierung aller Fangtuch- und Fanggräbenergebnisse im Bekämpfungsgebiet ein wirkungsmäßiger Unterschied zwischen Erd- und Luftbekämpfungsmethoden abzulesen sein würde, war eine vergleichende Untersuchung in zwei nebeneinanderliegenden, gleichartigen, gleichaltrigen und gleichbefallenen Beständen vorgesehen, von denen der eine mit Hubschrauberspray, der andere mit TIFA-Nebel behandelt werden sollte. Hier war – wie in einem später darzustellenden Falle– zum Vergleich der Insektenbevölkerung vor und in verschiedenen Abständen nach Bekämpfung, ein nicht für die Behandlung vorgesehener, ähnlicher, aber nur schwach befallener Bestand als unbehandelte Kontrolle ausgewählt worden. Leider wurde dieser bei einer notwendig gewordenen Nachbehandlung eines Waldteils von DDT-Nebelwolken durchzogen, so daß nur die Fangtuchergebnisse der behandelten Bestände ausgewertet werden konnten. Auch nach diesem, in Tabelle 2 niedergelegten Ergebnis ist der Prozentsatz toter nützlicher, und sogenannter „Indifferenter" Formen bei Ölspraybehandlung höher als bei Nebelbehandlung.

Gegensätzliches würde ein Vergleich der Tabellen 3 und 4 aussagen, jedoch dürften sich hier beim vernebelten Bestand geringe Unterschiede in der Boden- und Strauchvegetation und der wesentlich geringere Befall auf den Prozentsatz abgetöteter nützlicher und indifferenter Insekten auswirken. Die Resultate der Fangtuchergebnisse in Abt. „Löhnlein" und „Lach" (Tabellen 3 und 4) sind wiedergegeben um 1. einen späteren Vergleich mit den Untersuchungen von Ronde zu haben und 2. um die Abtötungsgeschwindigkeit beider Verfahren zu zeigen. Außerdem wurden in den gleichen Waldorten die Nachwirkungen der Behandlung und die Wiederbesiedlung durch Insekten (siehe unten) untersucht. Die Zeitpunkte für das Absammeln der Tücher mußten wegen der nächtlichen Anwendung des Nebels verschieden gewählt werden. Es zeigt sich trotzdem, daß der Nebel nach dieser groben Übersicht wesentlich schneller auf Schädlinge, speziell die Kieferneule, wirkt als der Ölspray. Beim Nebel sind nach 14 Stunden bereits 95 %, beim Ölspray erst nach 24 Stunden 90,5 % der Schädlinge vernichtet, was mit der ungünstigeren Tröpfchengröße und damit Verteilung des Ölsprays im Kronenraum zusammenhängt. Der stündliche Eulenraupenfall verlief bei den beiden Applikationsmethoden nach den in Abb. 1 dargestellten Kurven. Nach einer Ölspraybehandlung um 9 Uhr morgens bei einer Temperatur von etwa 18° C fielen die vermutlich direkt getroffenen Eulenraupen zu Boden und starben relativ schnell, dann aber verzögerte sich der Raupenfall. Nach der Nebelbehandlung, welche gegen 6 Uhr früh bei nur 14° C erfolgte, ließ sich die Hauptmasse der Raupen sofort fallen bzw. spann sich ab. Es

dauerte aber etwas längere Zeit als beim Ölspray bis sie verendeten. Die rapidere Wirkung des Nebels geht auch aus den Angaben von STEGER (1957, S. 313) hervor. Wir hatten es uns deshalb bei der Erfolgskontrolle nach kurzer Erfahrungszeit angewöhnt, Probestammfällungen auf vernebel-

Tabelle 4

Insektenfall auf 10 qm Fangtücher in Abteilung Löhlein nach Applikation von 1,1 kg/DDT/ha als Ölspray vom Hubschrauber aus

Insektengruppen	Insektenfall nach 24	48	72 Std.	5	7	12	15 Tg.	Gesamt	in %
A. Nützliche Insekten									
Coleopteren	19	6	2	1	0	2	1	31	
Dipteren	3	0	1	0	0	0	0	4	
Hymenopteren	22	7	5	1	1	1	0	36	
Spinnen	31	16	13	2	0	0	3	65	
Rhaphidia	6	2	0	0	0	0	1	9	
Chrysopalarven	7	0	0	0	0	0	0	7	
Diverse	6	1	1	0	0	0	0	8	
Insgesamt:	94	32	22	4	1	3	5	159	2,79
In %:	59	20	14	2	0,5	2,0	2,5	100	
B. Indifferente Insekten									
Coleopteren	9	0	0	0	1	2	0	12	
Dipteren	45	14	8	2	0	0	0	69	
Lepidopteren	1	2	0	0	0	0	0	3	
Psocopteren	19	19	3	1	0	0	0	42	
Diverse	39	0	0	0	0	0	2	41	
Ingesamt:	113	35	11	3	1	2	2	167	2,92
In %:	68	21	6,5	2,0	0,5	1	1	100	
C. Schädliche Insekten									
Kieferneule insgesamt	4673	363	27	15	10	4	0	5092	
Stadium I	90	38	7	2	2	0	0	139	
II	1589	216	11	7	6	4	0	1833	
III	2217	87	7	5	0	0	0	2316	
IV	754	21	2	1	0	0	0	778	
V	23	1	0	0	2	0	0	26	
And. Lepidopteren	7	1	1	0	0	0	0	9	
Coleopteren	104	9	9	1	0	0	0	123	
Dipteren	1	0	0	0	0	1	0	2	
Hymenopteren	10	1	0	0	0	0	0	11	
Rhynchoten	75	38	19	6	2	0	0	140	
Insgesamt:	4870	412	56	22	12	5	0	5376	94,29
In %:	90,5	7,5	1,0	0,5	0,5			100	
Gesamtzahl der Insekten	5077	479	89	29	14	10	7	5705	
In %:	89,0	8,5	1,5	0,5		0,5		100	100

ten Flächen oft schon 2–3 Tage, in vom Hubschrauber aus behandelten Beständen erst 3–5 Tage nach Applikation durchzuführen. Der Sterblichkeitsprozentsatz war jedoch bei beiden Methoden nach 10–12 Tagen fast genau der gleiche. Die Dauerwirkung des Ölsprays auf Eulenraupen des 4. und 5. Stadiums kann nach einem orientierenden Laborversuch mit 20–22 Tagen, die des Nebels mit 18–20 Tagen angegeben werden.

Wie bei einem Vergleich mit früheren Ergebnissen (Mitt. 1) auffällt, erfolgte der Eulenraupenfall nach Nebelbehandlung schneller, als der Fall von Nonnenraupen bei der gleichen Applikationsmethode. Das ist bedingt durch die bedeutendere Widerstandsfähigkeit der Nonnenraupen gegen DDT, durch die bei der Nonnenbekämpfung etwas niedrigeren Temperaturen und durch die starke Filterwirkung der dichten Fichtenbestände des Ebersberger Parkes.

Im Kieferneulenbefallsgebiet gelang der bei der Spannerbekämpfung 1955 mißglückte Vergleich der Bevölkerungsbewegung in behandeltem und unbehandeltem Bestand. Aus den in Tabelle 5 festgehaltenen Zahlen ist wenig abzulesen. Es wurde deshalb auf die Zählergebnisse vor Bekämpfung, 14–16 Tage, 48–52 Tage und drei Monate nach Bekämpfung die von Schwerdtfeger (1935) aufgestellte Formel angewandt. Daraus ergibt sich eine prozentuale Zu- oder Abnahme der Insekten in den behandelten Beständen, welche Schlüsse auf die Wirkungsweise der beiden Applikationsmethoden zuläßt (Tabelle 6). Um einigermaßen verwertbare Zahlen zu erhalten, mußte eine evtl. nicht in allen Teilen entsprechende Zusammenfassung zu Gruppen erfolgen. Manche Spalten in Tabelle 6 sind trotzdem wegen der geringen Insektenzahlen einer Beurteilung unzugänglich. Klar geht daraus die 100%ige Abtötung der Eulenraupen und Psocopteren hervor. Weiterhin wird das oben über die unterschiedliche Einwirkung von Ölspray und Nebel auf manche Insektengruppen Gesagte durch diese Darstellung bestätigt. So wurden z. B. schädliche Coleopteren (darunter hauptsächlich *Brachyderes incanus* und *Phyllobius spec.*) und Spinnen stärker durch den Ölspray dezimiert. Die Ermittlungen, welche fliegende Insekten betreffen, wurden besonders herausgearbeitet. Sowohl bei nützlichen Formen, als auch bei indifferenten Dipteren und bei der Zusammenfassung beider Zahlen ergibt sich besonders 14–16 Tage nach Bekämpfung deutlich eine höhere Mortalität auf der mit Ölspray behandelten Fläche. Bei einigen Gruppen wird die meist durch Nachschlüpfen aus Eiern bedingte vergleichsweise schnelle Erholung 48–52 Tage nach Bekämpfung ersichtlich (Rhynchoten, nützliche Coleopteren, Spinnen). Die fliegenden Formen besiedelten das Bekämpfungsgebiet von unbehandelten Teilen her. Nach 3 Monaten kann man mit Ausnahme von Kieferneule und Psocopteren, die Insektenfauna selbst im Zentrum der im untersuchten Falle etwa 3 qkm großen begifteten Fläche als einigermaßen ausgeglichen betrachten. Die vor der Bekämpfung durchgeführten umfangreichen Erhebungen zur Abgrenzung der wirklich gefährdeten Waldteile und die Aussparung von Kulturen und schwach befallenen Stellen führte ge-

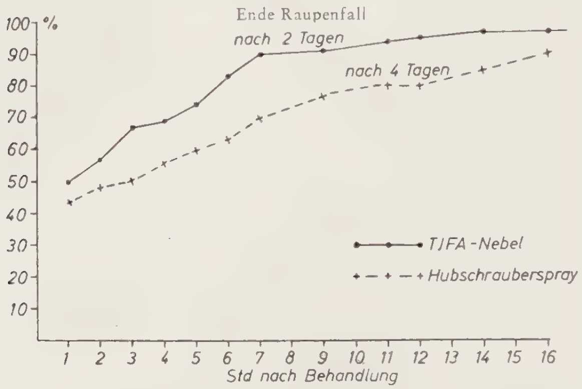


Abb. 1. Eulenraupenfall nach TIFA-Nebel- und Hubschrauberspray-Behandlung

Tabelle 5

Insektenzahlen vor und nach Bekämpfung in unbehandelten, vernebelten und gesprühten Beständen

Jeweils: Spalten 1 = vor Behandlung, 2 = 5–8 Tage, 3 = 14–16 Tage, 4 = 22–24 Tage, 5 = 48–52 Tage, 6 = ca. 3 Monate nach Behandlung
Die Zahlen stellen das Ergebnis aller angewandten Zählmethoden dar

Insektengruppe	Anzahl lebender Insekten auf: Unbeh. Fläche 1	2	3	4	5	6	TIFA-Nebelfl. 1	2	3	4	5	6	Ölsprayfläche 1	2	3	4	5	6
Kieferneule	11	9	7	4	0	0	151	0	0	0	0	0	428	0	0	0	0	0
sonstige schädl. Lepidopteren und Hymenopterenraupen	2	0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	2	6	0	0	0	1	1
Schädliche Coleopteren	12	11	15	7	13	16	16	4	3	4	9	11	26	8	0	1	10	19
Rhynchoten (ca.)	60	70	90	55	70	140	20	10	10	20	50	100	40	25	20	30	40	90
Nützliche Coleopteren	15	10	9	7	9	21	12	19	9	7	9	27	16	22	11	8	10	24
Spinnen	14	19	21	16	18	26	9	0	2	10	14	19	11	2	1	9	8	15
Psocoptera	4	4	3	6	3	2	6	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Diverse „Indifferente“	9	7	11	2	8	6	9	6	2	0	7	4	14	2	0	11	9	7
Ichneumoniden i. w. S.	1	0	2	3	4	6	6	4	6	7	2	8	7	4	6	8	6	10
Tachinen	1	1	1	0	0	0	3	3	1	0	0	0	6	2	1	0	0	0
Diverse fliegende Nützl.	1	1	2	1	1	5	6	2	4	0	7	3	2	0	1	4	3	3
Zusammen: flieg. Nützl.	3	2	5	4	5	11	15	9	11	7	9	11	15	6	8	12	9	13
Indifferente *Diptera* (Imagines)	12	15	14	9	27	24	17	6	9	11	33	25	21	2	4	9	29	19
Fliegende Formen zusammen:	15	17	19	13	32	35	32	15	20	18	42	36	36	8	12	21	38	32

bietsweise zu einer starken Aufgliederung und Zersplitterung des Bekämpfungsgebietes. Das erwies sich bekämpfungstechnisch, besonders beim Einsatz der Hubschrauber, infolge der verwickelten Figuren, die auszufliegen waren, als ein Nachteil. Es förderte aber die Wiederbesiedlung der behandelten Bestände besonders durch fliegende Imagines zahlreicher Arten außerordentlich.

Besonderen Wert legten wir auf Beobachtungen über den Verbleib der Puppenparasiten der Kieferneule und der Eulentachine *Ernestia rudis*. Imagines von Ichneumoniden (z. B. *Ichneumon pachymerus, bilunulatus* und *nigritarius*) wurden selbst auf Flächen mit hoher Puppenparasitierung nur selten tot auf Fangtüchern gefunden. Auch ein Vergleich der Puppenparasitierung von 1955/56 und 1956/57 im fraglichen Gebiet gibt keinen Aufschluß. Ohne Zweifel hat sich aber die Zahl der Ichneumoniden nicht unter dem direkten Einfluß der DDT-Behandlung, sondern mehr infolge des Fehlens von Wirten vermindert. Ebenso steht es mit der Tachinenzahl. Wir fanden im Bekämpfungsgebiet bei der winterlichen Probepuppensuche praktisch keine Tachinentönnchen, aber auch keine Eulenpuppe mehr. Wie schon nach der Nonnenbekämpfung 1955, war eine außerordentlich hohe Parasitierung durch Tachinen in unbehandelt gebliebenen Randteilen des Eulenbefallgebietes festzustellen, die mit zu einem völligen Zusammenbruch der Massenvermehrung von *Panolis flammea* beitrug. Nur gegen Ende der Bekämpfungsaktion wurde in einem einzigen beobachteten Falle ein Bestand mit starkem Tachinenflug nachts vernebelt. Die Weiterbeobachtung dort am Morgen gesammelter Raupenfliegen in Käfigen ergab bei Wasser- und Honig- bzw. Pollengaben nach 10 Tagen eine Mortalität von 70 % Man kann also

Tabelle 6

Ergebnis der Auswertung von Tabelle 5 nach der Formel von Schwerdtfeger für die Spalten 3, 5 und 6

Insektengruppen	Prozentuale Zu- oder Abnahme von Insekten auf Erdbekämpfungsfläche 3	5	6	Luftbekämpfungsfläche 3	5	6
Kieferneule	—100	—100	—100	—100	—100	—100
Sonst. schädl. Lepid./Hymenopt.	—100	—100	+100	—100	— 83	— 83
Schädl. Coleopteren	— 85	— 48	— 48	—100	— 64	— 45
Rhynchoten	— 66	+114	+114	— 66	— 14	— 4
Nützl. Coleopteren	+ 25	+ 25	+ 66	+ 14	+ 4	+ 7
Spinnen	— 85	+ 21	+ 13	— 94	— 43	— 23
Psocoptera	—100	—100	—100	—100	—100	—100
Diverse Indifferente	— 82	— 12	— 33	—100	— 28	— 25
Ichneumoniden i. w. S.	— 50	— 92	— 79	— 57	— 78	— 76
Tachinen	— 66	—100	—100	— 83	—100	—100
Div. flieg. Nützl.	— 66	± 0	— 90	— 75	+ 50	— 70
Zusammen: Flieg. Nützlinge	— 56	— 64	— 80	— 68	— 64	— 76
Indiff. Dipteren Imagines	— 55	— 14	— 38	— 84	— 39	— 56
Fliegende Formen zusammen:	— 51	— 38	— 52	— 74	— 50	— 62

nur aussagen, daß bei der Kieferneulenbekämpfung kein nachteiliger schädlicher Einfluß auf Tachinen und Schlupfwespen nachzuweisen war. Die vergleichsweise hohe Trichogramma evanescens-Population (Durchschnittliche Parasitierung von Euleneiern 1956 : 21 %) war weder Beobachtungen noch experimentellen Versuchsanstellungen zugänglich. Es konnte über deren Verbleib kein Nachweis geführt werden.

Zu einer Schädigung von Honigbienen kam es – wie auch bei allen anderen bisherigen Bekämpfungsaktionen – nicht. Den Imkern wurde zwar zum Abtransport ihrer Völker geraten, was jedoch viele nicht beachteten. Völker, die ca. 500, 800, 1000 und 1500 m vom nächsten behandelten Waldteil entfernt standen, erlitten keine Verluste, da zur Behandlungszeit keine Waldtracht zu verzeichnen war. Auch zwei Völker, die 10 m neben einer begifteten Fläche standen, hatten nur einen geringen Ausfall an Flugbienen.

Zusammenfassung

(zugleich für Mitt. 1 und 2)[4]

Nach Ausbringung von nicht mehr als 1 kg DDT-Wirkstoff/ha mit dem TIFA-Gerät gegen den Buchenrotschwanz *(Dasychira pudibunda)*, die Nonne *(Lymantria monacha)*, den Kiefernspanner *(Bupalus piniarius)* und die Kieferneule *(Panolis flammea)* konnte mit den angewandten Untersuchungsmethoden nur eine vergleichsweise geringe Dezimierung von Parasiten der genannten Schädlinge bei gleichzeitig 100prozentiger Vernichtung der betreffenden Schadinsekten festgestellt werden. Eine Anwendung von Dieselölspray (1,1 kg DDT-Wirkstoff/ha) vom Hubschrauber aus wirkt sich – im wesentlichen bedingt durch die höhere Aufwandmenge und die Ausbringung bei Tag – etwas nachteiliger für manche Faunenbestandteile aus, als die Nebelbehandlung. Nach dem Nebeln an warmen Abenden ist die Nebenwirkung auf Nutzinsekten etwas ungünstiger als bei Applikationen in der Nacht oder in den kühlen Morgenstunden. Als sehr nachteilig erwiesen sich Nachbehandlungen ungenügend begifteter Flächen. Sie sollten deshalb möglichst vermieden werden. Am meisten durch DDT-Behandlung gefährdet sind die *Psocoptera* und *Arachnoidea* z. T. auch *Collembola, Carabidae* und *Chalcididae.* Im Falle des wichtigen Eiparasiten *Trichogramma evanescens* war ein Nachweis der Schädigung im Freiland undurchführbar. Bienenvölker erlitten bei allen Bekämpfungsaktionen keine nennenswerten Verluste. Bei der DDT-Behandlung gegen die Kieferneule und Nonne war es möglich, den Bekämpfungszeitpunkt so zu legen, daß geringstmögliche Insektizidmengen gegen die empfindlichsten Stadien (I–III) zu einer Zeit angewandt wurden, wo der Parasitenflug (bes. der Tachinenflug) noch gering war. Die im Bekämpfungsgebiet überlebenden Parasiten übernahmen die Dezimierung der Schädlingspopulationen im geringer befallenen, unbehandelt gebliebenen Waldgebiet. Sofern sich die Bekämpfung – wie in den hier dargestellten Fällen – nur auf die wirklich gefährdeten Waldteile beschränkt und damit die Begiftung großer zusammenhängender Waldkomplexe vermieden wird, erfolgt eine Wiederbesiedlung und Ergänzung der Fauna behandelter Bestände von

[4] Eine weitere Mitteilung, die sachlich nicht zum Titel dieser Veröffentlichung paßt, befaßt sich mit einem Vergleich der Einwirkung einer DDT-Begiftung und einer Ameisenansiedlung *(Formica rufa)* auf Teile der Biocönose.

unbehandelten Flächen her oder durch Nachschlüpfen von Insekten aus ungeschädigten Eiern vergleichsweise schnell.

Schädlingsbekämpfungsaktionen im Forst, sofern sie von erfahrenen Fachleuten unter Berücksichtigung aller biologischen Gegebenheiten zum günstigsten Zeitpunkt, und mit dem geringstmöglichen Aufwand an Insektizidwirkstoff durchgeführt werden, haben nicht den bisher immer erwarteten oder befürchteten schwerwiegenden Verlust an wichtigen Gliedern der Biozönose zur Folge. Sie stellen sogar mit geringen Einschränkungen für einen längeren Zeitraum das durch den Schädling zuungunsten des Waldes gestörte biologische Gleichgewicht wieder her.

Summary

Large scale control measures against *Dasychira pudibunda* L., *Lymantria monache* L., *Bupalus piniarius* L. and *Panolis flammea* Schiff. with TIFA fog generators using less than 1 kg DDT-active ingredient per ha reduced the parasites of these pests only slightly. Diesel oil spray (1,1 kg DDT-active ingredient per ha) sprayed from a helicopter is more detrimental to the fauna because of its use in the daytime. After treatment of insufficiently sprayed areas is very harmful. *Psocoptera, Arachnoidea* and to some extent *Collembola, Carabidae* and *Chalcididae* are particularly threatened by DDT treatment. An assessment for the egg parasite *Trichogramma evanescens* Wests. was impracticable in nature. Bees suffer no loss worth mentioning. The surviving parasites lower the pest population of adjoining woodlands. The recolonization and replenishment of the fauna of treated areas takes place relatively quickly. Pest control using the lowest possible amount of insecticide causes no serious loss to the biocoenose.

Literatur

Cramer, H. H.: Der Stand unseres Wissens über die Auswirkung großflächiger Schädlingsbekämpfungen auf Waldbiozönosen. Z. Pflanzenk. u. Pflanzenschutz, Bd. 62, 1955.

— Die Auswirkungen großflächiger Schädlingsbekämpfung auf Waldbiozönosen. 2. Beitrag: Studien anläßlich einer Maikäferbekämpfung mittels Hubschrauber. Z. Pflanzenk. u. Pflanzenschutz, Bd. 63, 1956.

— Zur Frage der Insektizidauswirkung auf Waldbiozönosen. Merck-Blätter, 7. Jg., 1957.

Maksymov, J. K. u. Auer, C.: Versuche zur Bekämpfung des grauen Lärchenwicklers (*Eucosma griseana* Hb. = *Semasia diniana* Gn.) mit DDT-Gamma-Lösung im Nebelverfahren. Z. ang. Ent. Bd. 37, 1955.

Ronde, G.: Studien zur Waldbodenkleinfauna. Forstw. Cbl. 76. Jg. 3/4, 1957.

Steger, O.: Zur Kieferneulenbekämpfung in Mittefranken im Jahre 1956. Forstw. Cbl. 76. Jg. 9/10, 1957.

Thielmann, K.: Die Kieferneulenbekämpfung 1956 in Mittelfranken. Allg. Forstz. 1956 S. 657–659.

Zwölfer, W. und Krump, A.: Zur Forstschädlingsprognose 1956 für Bayern. Allg. Forstz. Nr. 21/22 1956.

Prof. Dr. Dr. Erich Martini zum 80. Geburtstag

„Für mich selbst schließt nun doch wohl allmählich die Zeit wissenschaftlicher Aktivität ab. Ich habe an einem so bedeutenden Manne wie NOCHT *das Beispiel, daß es nach einem gewissen Alter zu schöpferischer, wissenschaftlicher Betätigung nicht mehr kommt. Die nächste Generation muß unsere Stellungen einnehmen und ihre Leistungen müssen unsere Lebensfreuden sein.“* (MARTINI – aus einem Brief vom 19. 3. 1947)

So schrieb der am 19. März 1880 in Rostock geborene an seinem 67. Geburtstag. Heute, in seinem 80. Lebensjahr, ist er dabei, die V. Auflage seines „Lehrbuchs der Medizinischen Entomologie“ herauszubringen. Welch ein Zeichen unermüdlicher Schaffenskraft! Sie allein schon erregt unsere Bewunderung. Den ehemaligen Schüler – und wen nicht, der MARTINI kennt – spricht aber das Menschliche an diesem Forscherleben ganz besonders an. Darum sei es erlaubt, aus einem mehr persönlich gehaltenen Brief des Jubilars einige Sätze wiederzugeben, die der Lehrer MARTINI vor 23 Jahren an seinen Doktoranden richtete, als dieser zum Militärdienst einrücken sollte.

„Richtig ist, daß jede Angelegenheit, in die Sie mit ganzem Ernst hineingehen, suggestive Werte mit sich bringt. Als ich zuerst bei Barfurth in die Entwicklungsmechanik eingeführt wurde, brachte ich den Erörterungen der größten Gelehrten auf diesem Gebiet z. T. erhebliche Skepsis entgegen. Sie verstummte mehr und mehr, je alltäglicher mir das Lesen in den einschlägigen Schriften wurde. Dann kamen meine eigenen Arbeiten über das Zellkonstanzproblem. Der erste Gedanke, dies theoretisch zu gestalten, fiel recht dürftig aus, brachte kaum mehr als der von v. CLEAVE, er ist daher zunächst im Schreibtisch, dann im Papierkorb verschwunden. Während des Krieges rückte ich aber allmählich aus diesem Kräftesystem heraus, und als ich 1917 und 1919 mich wieder mit der theoretischen Seite der Dinge befaßte, waren manche Darstellungen von vor 1906 wieder aufgelebt, was unterstützt wurde durch kritische Notizzettel aus der damaligen Zeit. Das soll nur als Beispiel dienen über die suggestive Wirkung der Arbeit selbst. Es schadet also nichts, wenn wir etwas mehr Zeit

auf den Briefwechsel über diese Fragen verwenden, sollte Sie der militärische Geist zu sehr verschlingen, so werden diese Briefe Ihnen später vielleicht einmal nützliche Wiedererweckung an sich auch berechtigter Überlegungen sein."

Barfurth – das war 1908, als der junge MARTINI bei dem bekannten Rostocker Anatom als Privatdozent tätig war. Die große Zeit der Medizinischen Entomologie, für die der Jubilar ebenso als Begründer in Deutschland gelten kann, wie ESCHERICH für die Forstzoologie und die Angewandte Entomologie ganz allgemein (nach dessen Amerikareise im Jahre 1911), jene neue Disziplin medizinisch-zoologischer Forschung, ist mit dem Namen MARTINI untrennbar verbunden.

Der Aufbau und die Leitung der Entomologischen Abteilung des Tropeninstituts in Hamburg in den Jahren 1912–1945, die praktische Tätigkeit als Stabsarzt auf vielen Kriegsschauplätzen des ersten Weltkrieges und als Oberfeldarzt von 1940–45 bei der Militärärztlichen Akademie, Berlin, geben nur den äußeren Rahmen dieses Wissenschaftlerlebens ab.

Malariaforschung und Stechmückenstudien waren es in erster Linie, die MARTINI schon 1925 in die Sowjetunion und in den folgenden Jahren nach der Türkei, nach England, Amerika, Schweden und Dänemark führten; ihn im Auftrag des Völkerbunds nach Rumänien und in Zusammenarbeit mit der Rockefeller Foundation öfters nach Italien, Albanien und Ungarn reisen ließen.

Neben seinen bahnbrechenden Forschungen über das Rassenproblem bei *Anopheles maculipennis* und dessen Bedeutung für den „Anophelismus sine Malaria" in Europa sind viele Veröffentlichungen über *Culiciden*-Systematik erschienen. Außer diesen systematischen Studien waren es aber auch physiologische Experimentalarbeiten, durch die MARTINI zusammen mit seinen Schülern die Grundlagen für die Erklärung größerer Zusammenhänge in der Zoogeographie und im Massenwechsel schädlicher Insekten schuf.

Wer hätte nicht mit Genuß das konzentrierte und von einer umfassenden Kenntnis der Materie zeugende Werk „Wege der Seuchen" gelesen, das in einer genialen Zusammenschau den Wechselwirkungen zwischen Lebensgemeinschaft, Kultur, Boden und Klima als Ursache von Epidemien nachspürt. Nicht zu vergessen jene biologisch-rechnerischen Überlegungen zur Gradationslehre von Schadinsekten, die, in Anlehnung an die Rossschen Gleichungen, auch in der Malaria-Epidemiologie zu sinnfälligem Nutzen wurden.

Solch weitreichender Forschertätigkeit blieb die Anerkennung zahlreicher wissenschaftlicher Vereinigungen nicht versagt. MARTINI ist Mitglied oder Ehrenmitglied von neun deutschen (darunter der Carolinisch-Leopoldinischen Akademie der Naturwissenschaften Halle) und sechs ausländischen Gesellschaften. Neben dem Besuch von zehn internationalen Kongressen dürfte der Vorsitz beim VII. Internationalen Entomologenkongreß 1938 in Berlin, den MARTINI mit glänzendem Erfolg innehatte, dem Vorsitzenden selbst als ein Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Laufbahn gegolten haben.

Prof. Dr. MARTINI ist nicht nur ein fürsorglicher Vater seines heute 23-jährigen Sohnes und einer 21jährigen Tochter, sondern stets auch ein väterlicher Betreuer seiner Schüler gewesen. Zwar oft gefürchtet wegen einer scharfen, manches Mal unerbittlichen Kritik! Doch mußten wir Jüngeren dankbar sein für diese Schule unbestechlicher Naturbeobachtung – Feind jeder Spekulation oder philosophischen Verbrämung unbewiesener Thesen. Ganzheitliches Denken galt ihm erst dann etwas, wenn in ausreichender Ana-

lyse naturgegebener Fakten die sichtbaren oder zumindest errechenbaren Voraussetzungen für eine Schlußfolgerung erarbeitet waren.

Neben der Hochachtung, die wir dem Altmeister der Medizinischen Entomologie in Deutschland entgegenbringen wollen, sei uns der 80. Geburtstag Prof. Dr. Erich MARTINIS ein willkommener Anlaß, ein herzliches und warmes Wort des Dankes zu sagen.

E. ULMANN, Staufen i. Brsg.

Dr. Adolf Herfs zum 65. Geburtstag

A. HERFS wurde am 19. März 1895 in Düsseldorf geboren. 1914 machte er am humanistischen Gymnasium in Düren das Abitur und studierte anschließend in Bonn Zoologie bei den Lehrern RICHARD HESSE, ADOLF STRUBELL, JOSEF WILHELM SCHMIDT, ADOLF BORGERT und WALTER VOIGT. Nach der Promotion am 7. 11. 1919 mit der Arbeit „Studien an den Hautdrüsen der Land- und Süßwassergastropoden" war er ein Jahr Assistent am Zoologischen Institut der Universität und ein weiteres Jahr Bibliothekar und Museumsassistent beim Naturhistorischen Verein in Bonn.

1922 trat HERFS in das Zoologische Labor der Farbenfabriken Bayer ein, das er 2 Jahre später – als TITSCHAK nach Hamburg berufen wurde – übernahm und zu einem Spezialinstitut für Textilzoologie mit modernen Großzuchten der wichtigsten Textilschädlinge ausbaute. In diesem Zusammenhang führte er seine Arbeiten über den Hauptparasiten *Pediculoides ventricosus* durch. Neben den Wollschädlingen widmete HERFS seine Aufmerksamkeit den Schadinsekten synthetischer Fasern. Er gilt als einer der erfahrensten Kenner der Textilschädlinge, was schon aus seinen vielseitigen Publikationen hervorgeht. Seiner Mitarbeit ist die Entwicklung der verschiedenen „Eulan"-Produkte zu verdanken.

Weiterhin befaßte sich HERFS mit dem Studium und den Zuchten vieler anderer Schädlinge wie Wanzen, Nagerflöhe, Zecken, Steinnußborkenkäfer usw. Darüber hinaus widmete er sich noch manchen anderen Fragen der angewandten Zoologie, so z. B. dem Studium der Nagetiere und ihrer Bekämpfung. Als Frucht dieser Bemühungen erschien 1939 seine Abhandlung über die Vermehrung der großen Wühlmaus.

Im 2. Weltkrieg richtete Herfs ein Labor zur Kleiderlausbekämpfung ein und arbeitete an der Entwicklung der „Lauseto"- und „Lucex"-Präparate mit. Außerdem schuf er 1943 in Leverkusen die Termitenstation, wohl die erste Einrichtung, in der Termiten in Großkulturen unter tropischen Bedingungen gezüchtet wurden. Unter stärkstem persönlichem Einsatz gelang es ihm, die Termitenkulturen über die Kriegskatastrophe hinüberzuretten, um sich fortan bis 1955, als er aus dem Dienst ausschied, besonders dem Studium der Termiten und den Fragen des Materialschutzes zu widmen. Auch heute noch beweist Herfs durch rege literarische Tätigkeit sein großes Interesse für alle Fragen der angewandten Zoologie.

Während seiner ganzen Tätigkeit griff Herfs jede neue Aufgabe mit Ideenreichtum und unvergleichlicher Begeisterung auf. Er war stets erfüllt von hohem Pflichtbewußtsein, das bis zur Härte gegen sich selbst ging. Durch das tatkräftige Schaffen und das unentwegte Interesse an seiner geliebten zoologischen Wissenschaft hat er fruchtbare Arbeit für die angewandte Entomologie geleistet. Auf Grund seiner umfassenden Erfahrung und seiner entgegenkommenden und hilfsbereiten Art haben alle, die ihn aufsuchten, wertvollen Rat und manche menschliche Bereicherung erfahren.

Mögen dem Jubilar noch recht viele Jahre bester Gesundheit beschieden sein!

Ingeborg Hammann

REFERATE

Steudel, W. und Blaesen, P.: **Bericht über die in den Jahren 1955 und 1956 durchgeführten Gemeinschaftsuntersuchungen zum Auf- bzw. Ausbau eines Blattlauswarndienstes im Rübenbau.** (Mitt. Biol. B.Anst. f. Land- u. Forstw. Berlin-Dahlem, Heft 92/1958). — 37 S., Bezug d. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg. Preis br. 4,50 DM.

Das bedrohliche Auftreten der Vergilbungskrankheit der Rüben – einer Virose der Zucker- und Futterrüben – während der Nachkriegsjahre in verschiedenen Teilen des Bundesgebietes gab Veranlassung zur vorliegenden Studie. Sie bezweckte die Beibringung von Unterlagen zum Ausbau eines Blattlauswarndienstes und erstreckte sich unter Beteiligung von 16 verschiedenen Bundes-, Länder- und privaten Dienststellen, die an dem Problem interessiert waren, über das gesamte Bundesgebiet. Als Überträger des Virus der Vergilbung kommen im wesentlichen *Myzodes persicae* und *Doralis fabae* in Betracht, deren Phänologie und Massenwechsel in Abhängigkeit von Witterungsfaktoren für das Gesamtgebiet unter Verwendung von Moericke-Fangschalen untersucht wurden. Flugbeginn und Hauptabflugzeit der Läuse vom Winterwirt liegen im klimatisch begünstigten südwestlichen Teil des Bundesgebietes zeitlich früher als im Norden und Südosten. Während der Hauptflug- (und Infektions-) Monate Juni—August war der Anteil der virusübertragenden Läuse in den Fangschalen im Nordwesten des Bundesgebietes wesentlich größer als in Südwest und Nordost. Epidemisches Auftreten der Vergilbung besonders an Futterrüben wurde in beiden Beobachtungsjahren nur in Nordrhein-Westfalen festgestellt, das Hauptschadgebiet ist und bei entsprechender Witterung stets bedroht wird.

Die Schäden durch Gewichtsverluste lagen in beiden Jahren im Gesamtgebiet zwischen 13 % bis 22 %, jene durch Minderung des Zuckergehaltes zwischen 16 % bis 26 %. Die Schrift enthält weiterhin wertvolle Angaben zur Blattlausbionomie im einzelnen, insbesondere über das Verhalten der Blattläuse an Herbst- und Winterwirten und über die Überwinterungsplätze.

Z.

Heinze, Dr. K.: **Phytopathogene Viren und ihre Überträger** (Phytopathogenic Viruses and their Vectors). — 291 S., Verlag Duncker & Humblot, Berlin-Lichterfelde 1959, brosch. 48,— DM.

Da die Literatur über phytopathogene Viren und ihre Überträger einen kaum übersehbaren Umfang angenommen hat, ist es sehr begrüßenswert, wenn brauchbare Zusammenfassungen vorhanden sind, die auch den mit der Materie weniger Vertrauten die Möglichkeit geben, sich in kurzer Zeit zu orientieren. Das vorliegende Werk ist eine solche Zusammenfassung. Der Arbeitsrichtung des Verfassers entsprechend, stehen die Überträger im Vordergrund. Da andere Zusammenstellungen mehr die Natur der Viren und die von ihnen verursachten Krankheitsbilder in den Vordergrund stellen, aber nur die wichtigsten Überträger berücksichtigen, füllt das vorliegende Werk insofern eine empfindliche Lücke, als frühere Einzelveröffentlichungen des Verfassers an verschiedenen Stellen zusammengefaßt und auf den neuesten Stand der Erkenntnisse gebracht sind. Die Ausrichtung auf die Überträger bringt es mit sich, daß die reinen Kontaktviren nur insofern an den entsprechenden Stellen des Werkes in Erscheinung treten, als von diesen irgendwo und irgendwann zu Recht oder Unrecht die Übertragbarkeit durch Tiere behauptet wurde. Jedoch sind erfreulicherweise diese Feststellungen nicht einfach aufgeführt worden, sondern der Verfasser hat auf Grund seiner großen Erfahrung alle diese Feststellungen kritisch betrachtet. Wenn es sich vielleicht auch in dem einen oder anderen Falle erweisen sollte, daß diese Kritik etwas zu weit gegangen ist, so ist sie doch keineswegs abzulehnen, denn sie weist deutlich genug auf die noch ungeklärten Fragen hin.

Die straff gefaßte Einleitung behandelt das Verhalten des Virus in und am Überträger. Eingehend werden die Faktoren in ihrer Bedeutung geklärt, die vom Überträger oder vom Virus her die Virusübertragbarkeit beeinflussen sowie die die Übertragbarkeit beeinflussenden äußeren Faktoren. Die äußere Form dieser Einleitung gibt nicht nur dem mit den Dingen Vertrauten eine Übersicht über das hierüber Bekannte, sondern gestattet darüber hinaus die Benutzung als Unterrichtsmaterial für Personen, die sich neu mit der Materie befassen müssen. Ein wohl vollständiges Literaturverzeichnis erleichtert etwa notwendig werdende, eingehendere Unterrichtung über Teilprobleme. Der zweite Teil zählt die tierübertragbaren und für solche gehaltenen Viren nach den Pflanzenfamilien geordnet auf. Zusätzlich sind die über die einzelnen Viren bekannten Tatsachen (Tötungstemperatur,

Verdünnungsendpunkt usw.) kurz aber vollständig aufgeführt. Nie fehlt – falls bekannt – die Angabe, ob es sich um ein persistentes oder nichtpersistentes Virus handelt. Es folgt die Liste der bekannten oder vermuteten Überträger. Auf die absolute Vollständigkeit bei den Angaben über die Pflanzen, die von einem Virus befallen werden können, wurde in Einzelfällen verzichtet (so beim Gurkenmosaik). Von dieser Einschränkung ist aber nur selten Gebrauch gemacht worden.

Den umfangreichsten Teil des Werkes bildet die Aufstellung sämtlicher Tierarten, die als Überträger bekannt oder vermutet worden sind, beginnend mit Nematoden über die Arthropoden bis zu den Schnecken in systematischer Ordnung in Tabellenform. Die erste Spalte enthält die Angaben über den Überträger, außer dem Namen die wichtigsten Synonymen. Es folgen in der zweiten Spalte die von ihnen übertragenen Viren, jeweils mit Synonymen. Hier sind auch die Angaben des Verfassers enthalten darüber, ob die Angabe als ungenügend gesichert betrachtet werden muß. Diese reichen von „sicher nicht zutreffend“ bis „etwas fraglich“. Notfalls wird auch angegeben, ob gesichert ist, daß es sich bei der beschriebenen Krankheitserscheinung überhaupt um ein Virus handelt. Es sind auch solche angegeben, bei denen sich wirklich erwiesen hat, daß es sich gar nicht um ein Virus handelt, sondern lediglich um Saugschäden oder andere Erreger oder Gründe für die Krankheitsbilder. Es folgt dann ein ausführlicherer Hinweis über die Natur des Virus selbst, als sie im zweiten Teil des Werkes angegeben ist. Diese Zusammenstellung umfaßt 162 Seiten, wovon allein die Grüne Pfirsichblattlaus *M. persicae* SLUZ. über 15 einnimmt.

Danach enthält eine dritte Spalte eine Angabe über die kürzeste Übertragungszeit, die bekannt wurde. Diese Spalte enthält auch zutreffendenfalls, ob der Überträger als Dauerüberträger anzusehen ist. Auch hier weisen Fragezeichen auf offene Fragen hin.

Die letzte Spalte verweist auf die wichtigsten – oft einzigen – Fundstellen aus der Literatur über die Angaben in den vorhergehenden Spalten dieser Aufstellung.

Abgerundet wird das Werk durch zwei Register: Das erste über die Viruskrankheiten einschließlich Sachverzeichnis, das zweite über die Überträger einschließlich der wichtigsten Synonyme.

Diese kurze Inhaltsangabe läßt die Fülle der zusammengetragenen Einzelangaben nur ahnen. Ihre kritische Verarbeitung erhöht den Wert der Zusammenfassung, ist doch damit gleich die Fülle der noch ungelösten Probleme dargelegt. Somit wird das Werk unentbehrlich für alle diejenigen, die sich aus Neigung oder von Berufs wegen mit phytopathogenen Viren befassen müssen, und es erscheint der Wunsch berechtigt, daß diese Gelegenheit nehmen, das Werk auch wirklich zu benutzen. Dr. E. GERSDORF

PALM, THURE: **Die Holz- und Rindenkäfer der süd- und mittelschwedischen Laubbäume** (Opuscula Entomologica Suppl. XVI). — 374 S., 93 Abb. Im Selbstverlag der Entomologiska Sällskapot, Lund 1959.

Eine wertvolle Neuerscheinung zur Forstentomologie Schwedens, die uns die Kenntnis der Käferfauna ursprünglicher Laubholzwälder vermittelt – wie sie in Mitteleuropa nicht mehr vertreten sind. Sie enthält die in zwei Jahrzehnten vom Verfasser in Süd- und Mittelschweden in sorgfältiger Kleinarbeit aus Laubhölzern gesammelten bzw. gezüchteten Coleopteren, deren Gesamtzahl sich auf 820 Arten belief. Einige Untersuchungsergebnisse, und mit die wichtigsten, sind durch Jahre hindurch wiederholt in ständigen Waldstationen gewonnen worden. Viele der beobachteten Arten sind auch in anderen Ländern Europas forstliche Großschädlinge an Laubhölzern. Da derartige langjährige und erschöpfende Untersuchungen in noch ursprünglichen Laubwäldern aus dem europäischen Raum bislang nicht vorliegen, ist das neue Buch für die Forstentomologie des gesamten europäischen Faunengebietes von erheblicher Bedeutung. Dies gilt um so mehr, als es nicht nur tabellarische Aufzählungen der an den verschiedenen Laubhölzern festgestellten Arten umfaßt, sondern die Beobachtungen des Verfassers unter den verschiedensten biocönologischen Gesichtspunkten bearbeitet darstellt. So gibt es Hinweise über die Zusammensetzung der Fauna, über die Artenfrequenz, ihre Abhängigkeit von Milieufaktoren und von der Beschaffenheit des Baumes, über Ernährungs- und Entwicklungsbiologie, forstliche Bedeutung und Beispiele verschiedener Biocönosen und Sukzessionen. Es ist erstaunlich, welche Fülle von Material in diesem letzteren Zusammenhang für die einzelnen Baumarten (Birke, Aspe, Schwarzerle, Buche, Eiche, Ulme, Esche, Linde, Ahorn, Salweide) beigebracht wird. So wurden vom Verfasser aus alten Buchenstubben nicht weniger als 144 Coleopteren und aus beschädigten Alteichen 134 Arten gezogen. Im speziellen Teil des Werkes werden die bionomischen Verhältnisse der festgestellten Arten und ihre Umweltansprüche behandelt, wie sie sich aus den Beobachtungen des Verfassers ergaben. Dem Werk, das drucktechnisch gut ausgestattet ist, sind 93 instruktive und vorzüglich reproduzierte Abbildungen beigegeben. Z.

Wertvolle Zahlen und Tabellen für die Forst- und Holzwirtschaft
enthält das soeben erschienene Nachschlagewerk:

Statistisches Jahrbuch 1959 über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland

Herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Bearbeitet in der Abteilung VI „Planung und Wirtschaftsbeobachtung"
unter Leitung von Ministerialdirektor Dr. K. Häfner

1960 / 302 Seiten mit 446 Tabellen / In Ganzleinen 38,– DM

Das neue Jahrbuch, eine willkommene Fortführung seiner drei Vorläufer, enthält neben allen wichtigen Daten über die *Landwirtschaft*, die *Ernährungswirtschaft*, die *Volkswirtschaft* sowie den *Groß- und Außenhandel* speziell für die *Forst- und Holzwirtschaft* die folgenden aufschlußreichen Zahlen und Tabellen:

Forstwirtschaft: Betriebe mit Waldflächen nach der Größe der gesamten Betriebsfläche — Betriebe mit Waldflächen nach der Größe der Waldflächen — Holzbodenfläche nach Besitzarten — Verteilung der Hochwaldflächen einschl. Plenterwald nach Altersklassen — Holzbodenfläche nach Holz-, Betriebs- und Besitzarten — Hiebsatz, Einschlagprogramm und Isteinschlag der Forsten — Holzeinschlag — Aufforstung von Kahlflächen und Ödland — Preise einiger Holzsorten seit der Preisfreigabe — Durchschnittserlöse für Rundholz in den Staatsforsten — Waldbrände — Im Forstdienst beschäftigte Beamte, Angestellte und Beamtenanwärter.

Holzwirtschaft: Strukturdaten der holzbearbeitenden Betriebe — Zahl der holzbearbeitenden Betriebe — Beschäftigte in den holzbearbeitenden Betrieben — Erzeugung von Schnittholz — Erzeugung von Furnieren — Erzeugung von Sperrholz, Holzfaserplatten und Spanplatten — Rundholzverbrauch der Sägewerke — Rundholzverbrauch der Furnierwerke — Rundholzverbrauch der Sperrholzwerke — Holzverbrauch der Holzfaserplattenwerke — Holzverbrauch der Spanplattenwerke — Versorgungsbilanz einiger Holzerzeugnisse — Holzeinfuhr — Holzausfuhr.

MONOGRAPHIEN ZUR ANGEWANDTEN ENTOMOLOGIE
Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Entomologie
HERAUSGEGEBEN VON PROF. DR. RER. NAT. W. ZWÖLFER

Soeben erschien als 16. Band:

Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen
Dipt., Tachinidae

Von Dr. Benno Herting, Münster

1960 / 188 Seiten mit 12 Abb. / Brosch. 32,– DM / Für Abonnenten 28,– DM

Der Verfasser, ein Schüler des bekannten Spezialisten Prof. L. P. Mesnil, bringt eine kurzgefaßte Übersicht und kritische Revision unseres heutigen Wissens über die parasitische Lebensweise der Tachinen. Die ersten Kapitel behandeln den weiblichen Reproduktionsapparat, die Morphologie der unreifen Stadien, die Eiablage und Infektion des Wirtes, das endoparasitische Leben der Tachinenlarve, die Lebensweise der Fliegen, die Wirtsspezifität und Wirtswahl usw. in allgemeiner und vergleichender Sicht. Im speziellen Teil sind für 400 Tachinen-Arten aus Europa, Nordafrika und Vorderasien die Wirte, die geographische und ökologische Verbreitung, Flugzeit und, soweit bekannt, nähere biologische Daten und die Merkmale des Pupariums angegeben.

Das Buch wird für jeden, der sich mit Insektenparasiten bzw. Schädlingsbekämpfung befaßt, also für Entomologen, Zoologen und Schädlingsbekämpfer, für die Forstwissenschaft und Forstpraxis, aber auch für die auf dem Gebiet der Schädlingsbekämpfung arbeitende Industrie, ein wertvolles Nachschlagewerk und eine willkommene Forschungshilfe sein.

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

Der zweite Band liegt komplett vor

mit dem Erscheinen des vierten Heftes im Februar 1960:

FORSTLICHE UMSCHAU

Referate über das forst- und holzwirtschaftliche Schrifttum

Herausgegeben von
K. Abetz, Freiburg i. Br.; H. Gläser, Hann. Münden; A. Horky, Wien; H. Leibundgut, Zürich; K. Mantel, Freiburg i. Br.; A. Richter, Eberswalde; K. Rubner, München; J. Weck, Reinbek; E. Zieger, Tharandt

Schriftleitung:
J. Weck, Reinbek, und C. Wiebecke, Reinbek
unter Mitwirkung von K. Abetz, Freiburg i. Br.

Mit dem Erscheinen des vierten Heftes Anfang Februar 1960 wird der II. Band der *Forstlichen Umschau* abgeschlossen. Damit ist die durch den verspäteten Erscheinungsbeginn des I. Bandes zum August 1958 eingetretene Verzögerung aufgeholt und für die Zukunft gewährleistet, daß zum Ende eines Kalenderjahres jeweils auch der entsprechende Band der *Forstlichen Umschau* komplett vorliegt. Wie schon beim II. Band begonnen, wird die Literatur eines Vierteljahres hinfort bereits im folgenden Quartal in der *Forstlichen Umschau* referiert.

„Die seit Sommer 1958 neu erscheinende *Forstliche Umschau,* die von Wissenschaftlern sämtlicher Forschungsanstalten des deutschen Sprachgebietes herausgegeben wird, gibt der Forst- und Holzwirtschaft nach Kriegsende erstmalig wieder die Möglichkeit, sich an Hand deutschsprachiger Referate über die neuesten Entwicklungen und Erkenntnisse zu orientieren. Möglichst lückenlos wird das wesentliche deutschsprachige forstliche Schrifttum berücksichtigt. Weitgehend Berücksichtigung findet das deutschsprachige holzwirtschaftliche Schrifttum, soweit es mit dem Begriff der Forstwirtschaft zusammenhängt, und das nichtdeutschsprachige europäische forst- und holzwirtschaftliche Schrifttum. Auch über das einschlägige überseeische Schrifttum wird in den wichtigsten Teilen berichtet. Da die Referate, die das Wichtigste aus dem Inhalt der referierten Arbeiten in kurzer Zusammenfassung bringen, nach dem Oxford-System gegliedert sind, ist ein schnelles Aufsuchen von Sondergebieten möglich.“ *Allgemeine Forstzeitung*

„Obwohl die Referate bei Wahrung des wissenschaftlichen Charakters vorzugsweise für den wissenschaftlich gebildeten Forstpraktiker zugeschnitten sind, wird auch der interessierte Nichtakademiker aus dem Studium der Zeitschrift erheblichen Nutzen ziehen können. – Trotz des bekannten Überangebotes von forstlichen Zeitschriften im deutschen Sprachraum ist mit dem Erscheinen dieser neuen Zeitschrift eine offensichtliche Lücke geschlossen worden.“
Forstliche Mitteilungen

„Die *Forstliche Umschau* soll in jedem größeren Forstbetrieb, vor allem aber in jeder forst- und holzwirtschaftlichen Bücherei vorhanden sein. Dadurch, daß man auch Einzelhefte bestellen kann, ist z. B. den Verfassern von Fachartikeln oder den Dissertanten besonders gedient.“ *Der Land- und Forstwirtschaftliche Angestellte*

Erscheinungsweise und Preis:

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Umfang je Heft: 6 Bogen à 16 Seiten. 4 Hefte (zuzüglich umfangreichem Register) bilden einen Band. Abonnementspreis je Band 84,— DM, zuzüglich amtlicher Postgebühren. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes. Einzelbezugspreis der Hefte außerhalb des Abonnements jeweils 25 % teurer, also 26,25 DM. Studenten der Forst- und Holzwirtschaft, die ihr Staatsexamen noch nicht abgelegt haben und noch nicht voll bezahlt angestellt sind, erhalten gegen entsprechenden Nachweis einen Nachlaß von 15 % auf Abonnementspreis.

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN